

МЗ-54

**ВАТТМЕТР
ПОГЛОЩАЕМОЙ
МОЩНОСТИ**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

ВАТТМЕТР ПОГЛОЩАЕМОЙ МОЩНОСТИ МЗ-54

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Заказ 3595

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение	4
2. Технические данные	4
3. Состав ваттметра	7
4. Устройство и работа ваттметра и его составных частей	9
4.1. Принцип действия	9
4.2. Схема электрическая принципиальная измерительного блока Я2М-66	9
4.2.1. Описание структурной схемы измерительного блока Я2М-66	9
4.2.2. Органы управления и контроля	11
4.3. Схема электрическая принципиальная измерительного преобразователя	12
4.4. Схема электрическая соединений ваттметра	12
4.5. Конструкция	13
4.5.1. Конструкция измерительного блока Я2М-66	13
4.5.2. Конструкция измерительного преобразователя	13
5. Маркирование и пломбирование	14
6. Общие указания по эксплуатации	14
7. Указание мер безопасности	15
8. Подготовка к работе	16
9. Порядок работы	16
9.1. Подготовка к проведению измерений	16
9.2. Проведение измерений	17
10. Характерные неисправности и методы их устранения	19
11. Техническое обслуживание	20
12. Указания по поверке	21
12.1. Операции и средства поверки	21
12.2. Условия поверки и подготовка к ней	26
12.3. Проведение поверки	26
12.4. Оформление результатов поверки	33
13. Правила хранения	33
14. Транспортирование	33
14.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки	34
14.2. Условия транспортирования	35
Приложения	35

Протокол № 4

Определение погрешности ваттметра с переходами.
 Технические данные: п. 2.2 (1.401.037 ТО).
 Методика поверки: п. 12.3.8 (1.401.037 ТО).
 Результаты поверки:

Номер пере- хода и пре- образователя	Поверяемые точки, ГГц								
	0,15	1	3	5,5	8,24	10	12,05	14	16,7
Переход 5.433.020 Нормируе- мое зна- чение (п. 2.2) Преобразо- ватель № Измеренное значение	$\pm \left[10 + 0,1 \left(\frac{P_k}{P_x} - 1 \right) \right] \%$								
Переход 5.433.021 Нормируе- мое зна- чение (п. 2.2) Преобразо- ватель № Измеренное значение			$\pm \left[10 + 0,1 \left(\frac{P_k}{P_x} - 1 \right) \right] \%$						
Переход 5.433.022 Нормируе- мое зна- чение (п. 2.2) Преобразо- ватель № Измеренное значение					$\pm \left[10 + 0,1 \left(\frac{P_k}{P_x} - 1 \right) \right] \%$				
Переход 5.433.023 Нормируе- мое зна- чение (п. 2.2) Преобразо- ватель № Измеренное значение							$\pm \left[15 + 0,1 \left(\frac{P_k}{P_x} - 1 \right) \right] \%$		

Погрешность ваттметра с переходами находится в пре-
делах технических данных.
 Измерения проводили:

Коэффициент стоячей волны измерительного преобразователя не превышает значений:

с переходом 5.433.020 _____

с переходом 5.433.021 _____

с переходом 5.433.022 _____

с переходом 5.433.023 _____

Измерения проводили:

www.astena.ru

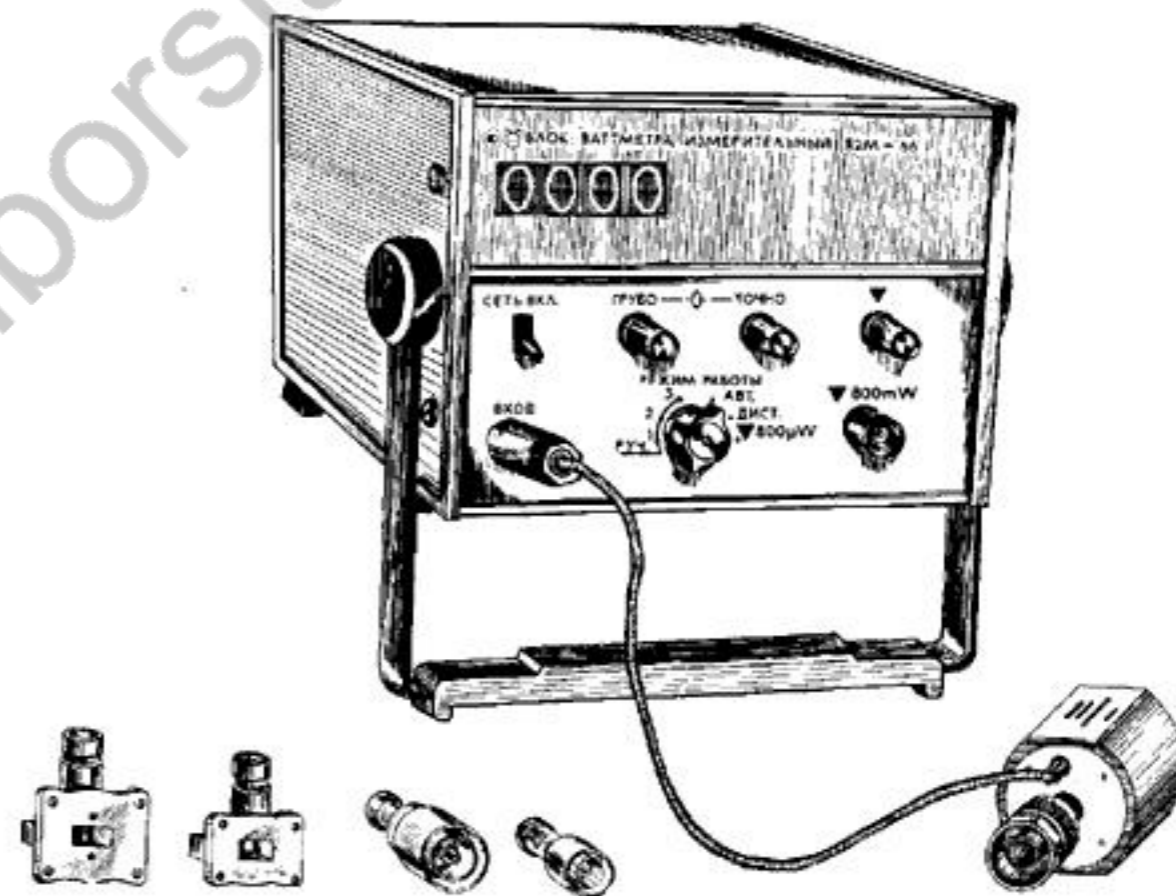


Рис. 1. Внешний вид ваттметра МЗ—54

Протокол № 3

Определение коэффициента стоячей волны измерительных преобразователей с переходами.

Технические данные п. 2.7 (1.401.037 ТО).

Методика поверки: п. 12.3.7 (1.401.037 ТО).

Результаты измерений:

1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-54 предназначен для измерения мощности синусоидальных СВЧ сигналов и среднего значения мощности импульсно-модулированных СВЧ сигналов.

Внешний вид ваттметра МЗ-54 показан на рис. 1. Ваттметр состоит из измерительного блока и измерительного калориметрического преобразователя.

1.2. Рабочие условия эксплуатации:

— температура окружающей среды от 263 до 323 К (от минус 10 до плюс 50°C).

— относительная влажность воздуха до 95% при температуре 303 К (30°C);

— напряжение сети 220 ± 22 В, частота $50 \pm 0,5$ Гц; напряжение сети 220 ± 11 В, частота 400 ± 12 Гц;

— атмосферное давление 60—106 кПа (460—800 мм рт. ст.).

1.3. Основные области применения: измерение выходной мощности измерительных генераторов и других источников СВЧ сигналов, поверка ваттметров классов 15 и 25, измерение затухания четырехполюсников, измерение уровня излучения с применением калиброванных антенн.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Ваттметр относится к классу 4/0,1 ГОСТ 8.401—80 в диапазоне частот от 0 до 12 ГГц и к классу 6/0,1 ГОСТ 8.401—80 в диапазоне частот свыше 12 до 17,85 ГГц.

Соответственно основная погрешность ваттметра без учета рассогласования не превышает значений:

$$\delta = \pm \left[4 + 0,1 \left(\frac{P_k}{P_x} - 1 \right) \right] \% \quad (1)$$

в диапазоне частот от 0 до 12 ГГц;

$$\delta = \pm \left[6 + 0,1 \left(\frac{P_k}{P_x} - 1 \right) \right] \% \quad (2)$$

в диапазоне частот свыше 12 до 17,85 ГГц.

Номер перехода и преобразователя	Поверяемые точки, ГГц								
	0,15	1	3	5,5	8,24	10	12,05	14	16,7
Переход 5.433.020 Преобразователь № _____ Нормируемое значение	1,35	1,35	1,35	—	—	—	—	—	—
Измеренное значение	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Переход 5.433.021 Преобразователь № _____ Нормируемое значение	—	—	1,4	1,4	—	1,4	—	—	—
Измеренное значение	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Переход 5.433.022 Преобразователь № _____ Нормируемое значение	—	—	—	—	1,6	1,6	1,6	—	—
Измеренное значение	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Переход 5.433.023 Преобразователь № _____ Нормируемое значение	—	—	—	—	—	—	—	1,8	1,8
Измеренное значение	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Протоколы поверки метрологических параметров

Протокол № 1

Определение коэффициента стоячей волны измерительного преобразователя (КстУ).

Технические данные: п. 2.6. (1.401.037 ТО).

Методика поверки: п. 12.3.5. (1.401.037 ТО).

Результаты измерений:

Поверяемые точки, ГГц	Поверяемые точки, ГГц							
	0,02	0,3	3	10	12	14	16	17,85
КстУ преобразователя								
— нормируемое значение	1,15	1,15	1,15	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4
— измеренное значение								

Коэффициент стоячей волны не превышает — в диапазоне частот 0—3 ГГц, — в диапазоне частот свыше 3 до 12 ГГц и — в диапазоне частот свыше 12 ГГц.

Измерения проводили:

Протокол № 2

Определение основной погрешности ваттметра.

Технические данные: п. 2.1 (1.401.037 ТО).

Методика поверки: п. 12.3.6 (1.401.037 ТО).

Результаты поверки:

Наименование параметра	Поверяемые точки, ГГц	
	12	17,85
Основная погрешность, %	$\pm \left[4 + 0,1 \left(\frac{P_k}{P_x} - 1 \right) \right]$	$\pm \left[6 + 0,1 \left(\frac{P_k}{P_x} - 1 \right) \right]$
— нормируемое значение		
— измеренное значение		

Основная погрешность находится в пределах технических данных.

Измерения проводили:

где P_k — конечное значение установленного предела измерений;

P_x — показание ваттметра.

2.2. Погрешность ваттметра при работе с переходами, входящими в комплект измерительного преобразователя, не превышает значений, указанных в табл. 1.

Таблица 1

Тип перехода	Диапазон частот, ГГц	Основная погрешность, %
5.433.020 5.433.021	0—4 0—10	$\pm \left[5 + 0,1 \left(\frac{P_k}{P_x} - 1 \right) \right]$
5.433.022	8,24—12,05	$\pm \left[10 + 0,1 \left(\frac{P_k}{P_x} - 1 \right) \right]$
5.433.023	12,05—17,44	$\pm \left[15 + 0,1 \left(\frac{P_k}{P_x} - 1 \right) \right]$

Примечание. Погрешность ваттметра при работе с переходами 5.433.020 и 5.433.021 не превышает значения $\pm \left[10 \pm 0,1 \left(\frac{P_k}{P_x} - 1 \right) \right]$ % при поверке с помощью преобразователя падающей мощности, аттестованного с погрешностью 2,5%.

2.2а. Составляющая основной погрешности ваттметра, обусловленная калибровкой от встроенного калибратора, не более $\pm 0,5\%$.

2.3. Диапазон частот: 0—17,85 ГГц.

2.4. Пределы измерений: 10^{-4} —1 Вт (мощности синусоидальных СВЧ сигналов и среднего значения мощности импульсно-модулированных сигналов при импульсной мощности до 1,5 кВт, частоте импульсов не более 0,067 кГц и длительности импульсов до 10 мкс). Конечные значения пределов: 0,03—0,3—1 Вт.

2.5. Волновое сопротивление СВЧ входа ваттметра 50 Ом. Присоединительные размеры и несоосность коаксиальных СВЧ разъемов сечением $\varnothing 7 \times 3$ измерительного преобразователя и дополнительных переходов соответствуют типу III вариант 2 ГОСТ 13317—80. Присоединительные размеры и несоосность других сечений СВЧ разъемов дополнительных переходов соответствуют ГОСТ 13317—80.

2.6. Коэффициент стоячей волны (КстУ) измерительного преобразователя не более:

- 1,5 в диапазоне от 0 до 3 ГГц;
- 1,3 в диапазоне частот свыше 3 до 12 ГГц;
- 1,4 в диапазоне частот свыше 12 до 17,85 ГГц.

2.7. Коэффициент стоячей волны измерительного преобразователя с дополнительными переходами:

5.433.020 в диапазоне частот 0—4 ГГц не более 1,35;
 5.433.021 в диапазоне частот 0—10 ГГц не более 1,4.
 5.433.022 в диапазоне частот 8,24—12,05 ГГц не более 1,6;
 5.433.023 в диапазоне частот 12,05—17,44 ГГц не более 1,8.

2.8. Коэффициент эффективности (K_e):

0,96—1,06 в диапазоне частот 0—12 ГГц;

0,93—1,05 в диапазоне частот свыше 12 до 17,85 ГГц.

Отклонение величины K_e от фактического значения, указанного в формуляре ваттметра, не превышает $\pm 0,03$ на частотах от 0 до 12 ГГц и $\pm 0,04$ на частотах свыше 12 до 17,85 ГГц. Разность между значениями K_e на частотах 12 и 17,85 ГГц не превышает 0,06.

2.9. Дополнительная температурная погрешность ваттметров, вызванная отклонением температуры окружающего воздуха от нормальной до любой температуры в пределах от минус 10 до плюс 50°C, не превышает 1% на 10°C.

2.10. Дополнительная погрешность в условиях повышенной влажности не превышает 2%.

2.11. Время установления показаний ваттметра не превышает 20 с.

2.12. Время сохранения калибровки ваттметра от встроенного калибратора мощности не менее 1 ч.

2.13. Нестабильность показаний ваттметра в установившемся режиме, включая «дрейф нуля» при неизменной температуре окружающего воздуха (в пределах $\pm 1^\circ\text{C}$) в нормальных условиях не превышает 20 мкВт/мин.

Максимальное значение нестабильности показаний ваттметра, вызванной скачкообразным изменением температуры присоединительного фланца, не превышает 1 мВт/мин.град.

2.14. Ваттметр сохраняет технические характеристики после воздействия в течение 3 мин перегрузочной мощности, равной 1,5 Вт.

2.15. Время самопрогрева ваттметра 30 мин.

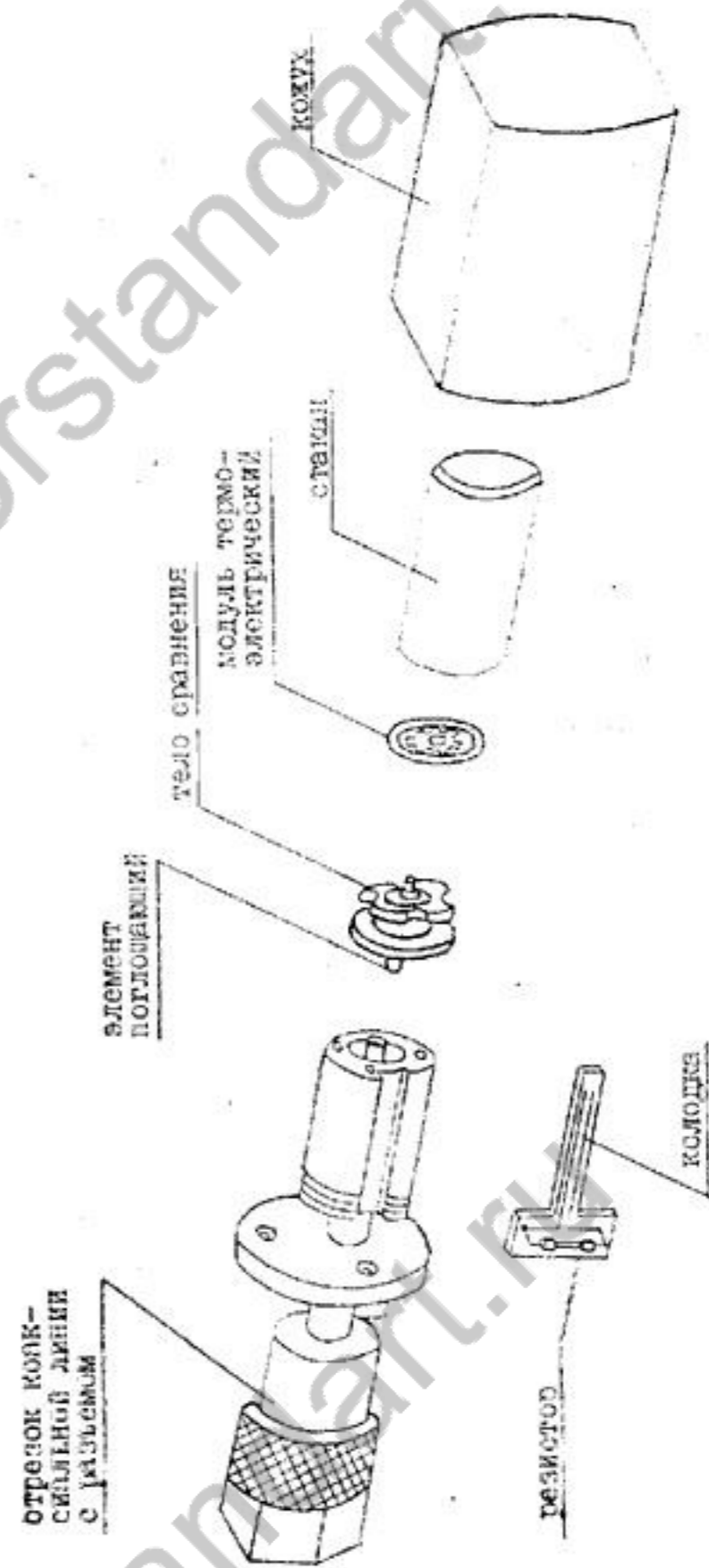
2.16. Питание: сеть переменного тока 220 ± 22 В, частотой 50 Гц и содержанием гармоник до 5%, напряжением 220 ± 11 В, частотой 400 Гц и содержанием гармоник до 5%.

2.17. Мощность, потребляемая от сети 50 Гц при номинальном напряжении, не более 30 ВА.

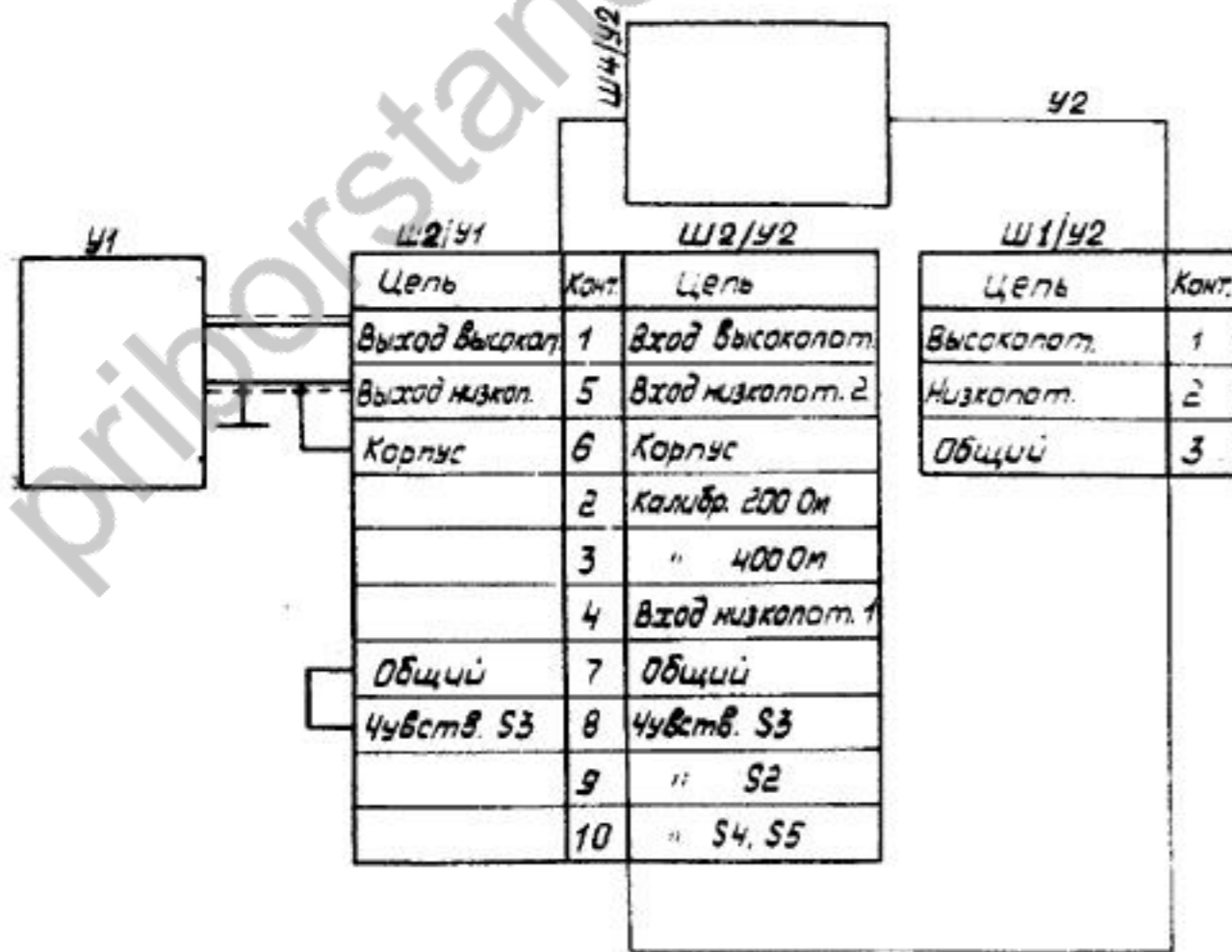
2.18. Нормальные условия эксплуатации и предельные условия транспортирования должны соответствовать данным, приведенным в табл. 2.

Ваттметр сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, указанных в пп. 2.1—2.20, в рабочих условиях эксплуатации (п. 1.2), а также после пребывания в предельных условиях с последующей выдержкой в нормальных или рабочих условиях в течение 6 ч.

Приложение 3



Основные элементы калориметрического преобразователя 4.681.467



Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
У1	Преобразователь измерительный калориметрический 4.681.467	1	
У2	Блок ваттметра измерительный Я2М-66 2.720.056	1	

Схема электрическая соединений ваттметра МЗ-54

Таблица 2

Условия эксплуатации	Температура, К	Относительная влажность воздуха, %	Атмосферное давление, кПа	Параметры сети	
				напряжение, В	частота, Гц
Нормальные	293±5 (20±5°C)	30—80 при температуре 293±5 К (20±5°C)	84—106 630—795 мм рт. ст.)	220±4,4	50±0,5
Предельные	Повышенная 338(+65°C) Пониженная 223(-50°C)	до 95 при температуре 303 К (30°C)		—	—

2.19. Ваттметр допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение 16 ч при сохранении своих технических характеристик.

2.20. Время наработки на отказ ваттметра не менее 8000 ч. Срок службы 10 лет. Технический ресурс 10 000 ч.

2.21. Габаритные размеры в миллиметрах и масса блока ваттметра в килограммах приведены в табл. 3.

Таблица 3

Наименование	Без упаковки		В укладочном ящике		В транспортной таре	
	мм	кг	мм	кг	мм	кг
Блок ваттметра измерительный Я2М-66	225×240×322	6,5	460×329×427	16	См. примечание	
Преобразователь измерительный калориметрический 4.681.467	101,5×49×53	0,5	340×224×95	3,5	См. примечание	

Примечания. 1. В общепромышленном исполнении блок ваттметра измерительный укладывается в коробку 6.876.113—13 с габаритными размерами 426×340×308 мм. Масса блока с коробкой 10 кг. Масса преобразователя измерительного с комплектом в укладочном ящике 4 кг.

2. Блок ваттметра измерительный Я2М—66 и преобразователь измерительный со своими укладочными ящиками упаковываются в один транспортный ящик с габаритными размерами не более: для приборов с приемкой заказчика 578×506×496 мм; общепромышленном исполнении 578×456×496 мм. Масса ваттметра в транспортной таре 37 кг. Для приборов в общепромышленном исполнении 31 кг.

3. СОСТАВ ВАТТМЕТРА

3.1. Состав комплекта ваттметра приведен в табл. 4.

Таблица 4

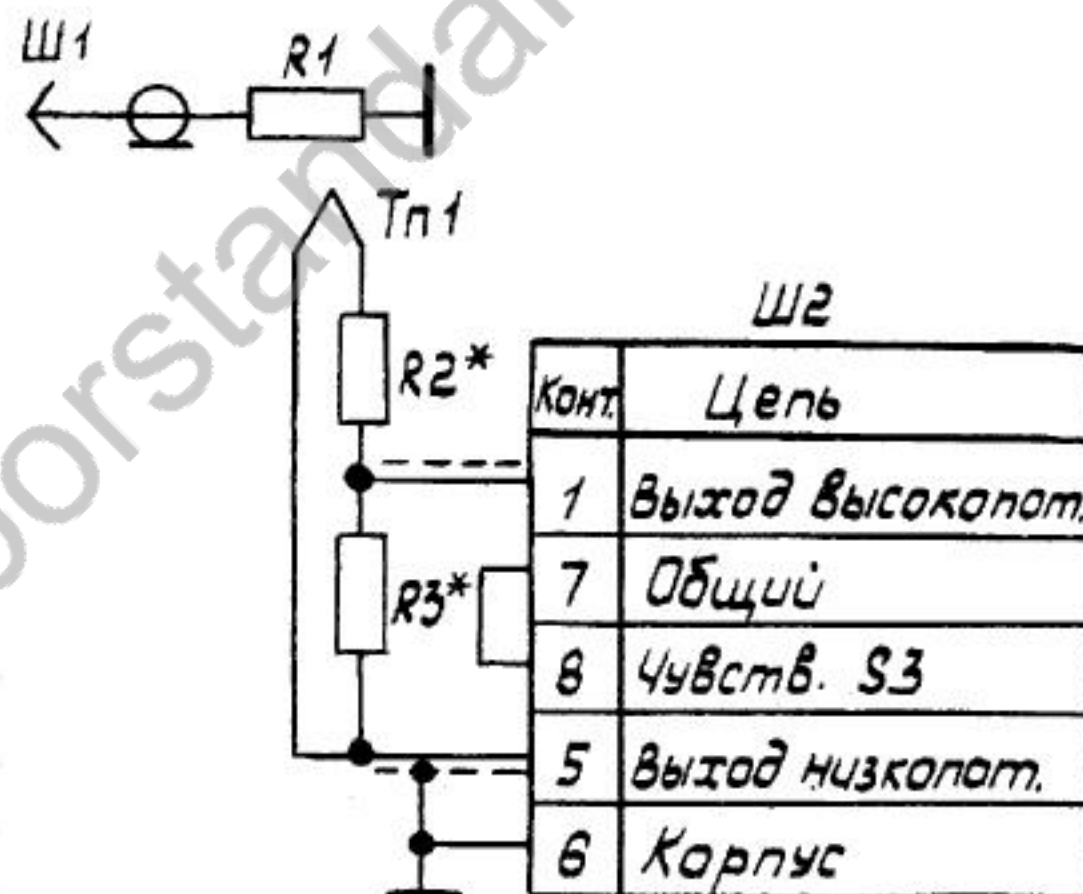
Наименование	Собозначение	Количество	Примечание
1. Блок ваттметра измерительный Я2М-66	2.720.056	1 шт.	
2. Комплект комбинированный в составе: ящик укладочный накет вставка плавкая ВШ-1 1,0 А 250 В	4.068.794 4.162.079 8.855.037 0.480.003 TV	1 шт. 1 шт. 3 шт.	
3. Блок ваттметра измерительный Я2М-66. Техническое описание и инструкция по эксплуатации	2.720.056 TO	1 экз.	
4. Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-54 Техническое описание и инструкция по эксплуатации	1.401.037 TO	1 экз.	
5. Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-54 Формуляр	1.401.037 ФО	1 экз.	
6. Преобразователь измерительный калориметрический с комплектом: — переход коаксиальный (Ø16×7/Ø7×3) — переход коаксиальный (Ø10×4,34/Ø7×3) — переход волноводно-коаксиальный (23×10/Ø7×3) — переход волноводно-коаксиальный (16×8/Ø7×3) — болт установочный — болт — гайка	4.681.457 5.433.020 5.433.021 5.433.022 5.433.023 8.920.002—02 8.920.001—02 8.920.011—01	1 шт. 1 шт. 1 шт. 1 шт. 1 шт. 2 шт. 2 шт. 4 шт.	
7. Ящик укладочный	4.161.045—11	1 шт.	

Примечание. В общепромышленном исполнении блок ваттметра измерительный упаковывается в коробку 5.875.113—13, преобразователь измерительный с комплектом упаковывается в ящик 4.161.057—04.

3.2. Для поверки ваттметра в метрологических органах выпускается комплект комбинированный 4.068.846, который поставляется для поверочных органов по требованию заказчика.

Состав комплекта комбинированного 4.068.846 приведен в табл. 5.

Схема электрическая принципиальная преобразователя измерительного калориметрического 4.681.467



Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
R1	Элемент поглощающий 7.107.091	1	
R2*	Резистор ОМЛТ-0,125-1 кОм±5%	1	от 0 Ом до 2 кОм
R3*	Резистор ОМЛТ-0,125-16 кОм±5%	1	от 2,2 до 30 кОм
Tn1	Модуль термоэлектрический 7.107.121	1	
Ш1	Вилка	1	входит в 4.681.467
Ш2	Розетка РСТВ10 с кожухом	1	

* Подбирают при регулировании.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Схема электрическая принципиальная преобразователя измерительного калориметрического 4.681.467	37
2. Схема электрическая соединений ваттметра МЗ-54	38
3. Основные элементы калориметрического преобразователя 4.681.467	39
4. Протоколы поверки метрологических параметров	40

Таблица 5

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
Комплект комбинированный для поверки, включающий: техническое описание и инструкция по эксплуатации	4.068.846		
формуляр	4.068.846 ТО	1 экз.	
переход (17×8/Ø7×3)	4.068.846 ФФ	1 экз.	
переход (11×5,5/Ø7×3)	2.236.016	1 шт.	
шнур соединительный	2.236.016—01	1 шт.	
шнур соединительный	4.860.155	1 шт.	
устройство присоединительное	4.860.156	1 шт.	
устройство присоединительное	3.669.046	1 шт.	
ящик укладочный	3.669.047	1 шт.	
наконечник 8739 5010	4.161.045—09	1 шт.	
	8.123.002	1 шт.	

www.astena.ru

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ВАТТМЕТРА И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

4.1. Принцип действия

4.1.1. В основу работы ваттметра положен принцип преобразования СВЧ мощности в тепловой вид энергии и измерения образуемой на выходе измерительного преобразователя (далее преобразователя) термоЭДС, которая пропорциональна подведенной к нему мощности СВЧ.

4.1.2. Основными блоками ваттметра являются преобразователь, в котором происходит преобразование СВЧ мощности, и блок ваттметра измерительный Я2М-66 с цифровым индикатором, прямопоказывающим величину измеряемой мощности в мВт и Вт.

4.1.3. Описание принципа действия измерительного блока приведено в техническом описании 2.720.056 ТО.

4.1.4. Преобразование СВЧ мощности происходит непосредственно в согласованной СВЧ нагрузке преобразователя, а индикация степени нагрева осуществляется с помощью пленочных термопар, вынесенных за пределы передающего тракта.

4.2. Схема электрическая принципиальная измерительного блока Я2М-66

Схема электрическая принципиальная измерительного блока приведена в техническом описании 2.720.056 ТО.

4.2.1. Описание структурной схемы измерительного блока Я2М-66.

Структурная схема измерительного блока ваттметра (рис. 2) включает в себя:



Рис. 2. Схема электрическая структурная измерительного блока ваттметра

ПРИЛОЖЕНИЯ

- усилитель постоянного тока (УПТ);
- аналого-цифровой преобразователь (АЦП);
- управляющее устройство;
- источник питания;
- калибратор мощности переменного тока;
- калибратор мощности постоянного тока.

УПТ усиливает выходное напряжение преобразователя до значения, необходимого для устойчивой работы АЦП.

АЦП преобразует напряжение постоянного тока в интервалы времени, заполняемые импульсами опорной частоты, количество которых, пропорциональное подводимой к преобразователю СВЧ мощности, подсчитывается счетчиком цифрового индикатора АЦП.

Управляющее устройство содержит элементы для автоматического или дистанционного переключения пределов измерения и индикации условного обозначения измеряемой величины.

Источник питания выдает напряжение для всех перечисленных выше узлов измерительного блока.

Калибратор мощности переменного тока обеспечивает на нагрузке 200 и 400 Ом уровень мощности 800 мкВт. Он используется для самокалибровки ваттметров МЗ-51, МЗ-52, МЗ-53.

нутые водонепроницаемой бумагой и обвязанные шпагатом, помещают в один транспортный ящик, который изнутри выстлан водонепроницаемой бумагой.

Для приборов, поставляемых на экспорт, укладочные ящики помещаются в полиэтиленовые чехлы.

Пространство между стенками укладочных и транспортного ящиков заполняют до уплотнения прокладками из гофрированного картона.

Крышки транспортных ящиков прибиваются гвоздями и обтягивают ящики по торцам стальной лентой или проволокой и пломбируют.

Маркирование ящиков для транспортирования производится в соответствии с ГОСТ 14192—77.

14.1.2. Эксплуатационная документация на ваттметр размещена в укладочном ящике измерительного блока. Товаросопроводительная документация размещена на верхнем слое прокладочного материала под водонепроницаемой обивкой верхней крышки транспортного ящика.

14.2. Условия транспортирования

14.2.1. Допускается транспортирование ваттметра в транспортной таре всеми видами транспорта при температуре окружающего воздуха от 223 до 338 К (от минус 50 до плюс 65°C).

При транспортировании воздушным транспортом приборы в упаковке должны размещаться в герметизированных отсеках.

14.2.2. При транспортировании должна быть предусмотрена защита от попадания атмосферных осадков и пыли. Не допускается кантование ваттметра.

14.2.3. Перед транспортированием ваттметра вторичная упаковка производится в соответствии с п. 14.1.

Калибратор мощности постоянного тока обеспечивает на нагрузке 50 Ом уровень мощности 800 мВт. Он используется для самокалибровки ваттметров, работающих с преобразователями на среднем и большом уровне мощности.

4.2.2. Органы управления и контроля.

Управление работой ваттметра может осуществляться непосредственно вручную, полуавтоматически и дистанционно, для чего предусмотрены на передней и задней панелях измерительного блока соответствующие органы управления и соединительные разъемы (рис. 3). Возле органов управления на панелях имеются надписи и условные обозначения.

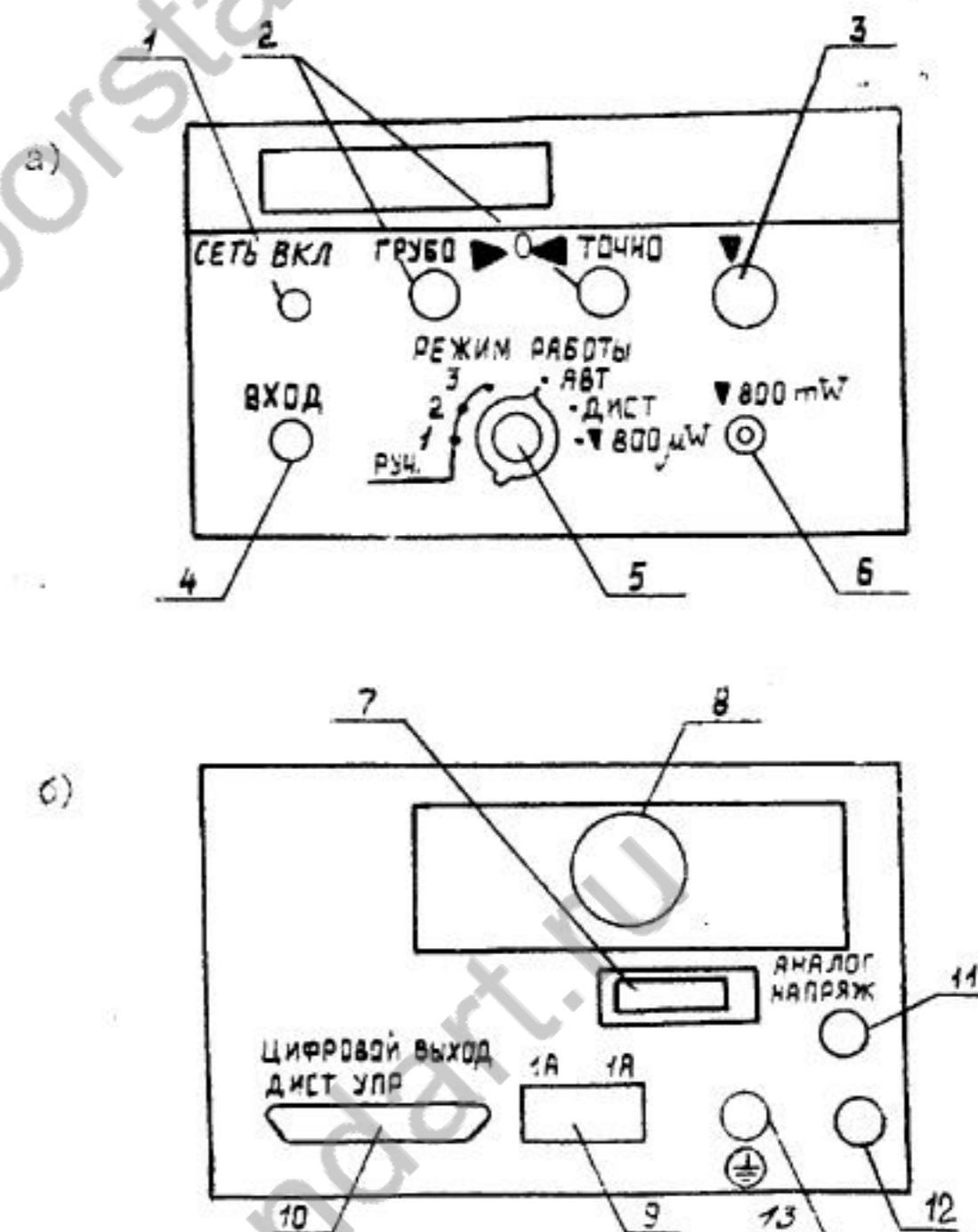






Рис. 3. Расположение органов управления на передней (а) и задней (б) панелях измерительного блока ваттметра

Ниже приводится перечень надписей, наименование и назначение органов управления:

1. СЕТЬ ВКЛ — тумблер включения ваттметра.
2. ГРУБО  ТОЧНО — потенциометры для грубой и точной установки нуля.
3.  — потенциометр для регулировки усиления в процессе калибровки ваттметра.
4. ВХОД — разъем для присоединения измерительного преобразователя.
5. РЕЖИМ РАБОТЫ — переключатель для переключения режимов работы.
6.  800 mW — разъем для присоединения измерительных калориметрических преобразователей среднего и большого уровней при калибровке ваттметров на постоянном токе.
7. СЧЕТЧИК регистрации времени наработки.
8. Радиатор транзистора.
9. Крышка держателей вставок плавких.
10. ЦИФРОВОЙ ВЫХОД ДИСТ УПР — разъем для включения в автоматизированную систему.
11. АНАЛОГ НАПРЯЖ — разъем для присоединения аналогового индикатора.
12. \sim 220 V 30VA 50 Hz 400 Hz — ввод шнура питания.
13.  — клемма защитного заземления.

4.3. Схема электрическая принципиальная измерительного преобразователя

4.3.1. Схема электрическая принципиальная калориметрического преобразователя 4.681.467 приведена в приложении 1.

СВЧ сигнал поступает на поглощающий элемент R1 (согласованную нагрузку) и, рассеиваясь, нагревает его. Перепад температур между поглощающим элементом и корпусом преобразователя, пропорциональный подводимой мощности, регистрируется термоэлектрическим модулем Tn1. Образуемая на выходе модуля Tn1 термоЭДС с помощью кабеля подводится к контактам 1 и 5 розетки Ш2, смонтированной на его конце. Посредством делителя из R2 и R3 чувствительность преобразователя приводится к номинальному значению, при которой обеспечивается нормальная работа измерительного блока.

4.4. Схема электрическая соединений ваттметра

Схема электрическая соединений ваттметра представлена в приложении 2.

Измерения проводят не менее 3 раз и за результат принимают среднее арифметическое из трех значений, вычисленных по формуле (8).

Результаты проверки ваттметра с переходами считаются удовлетворительными, если измеренное значение основной погрешности не превышает норм, приведенных в табл. 7.

12.4. Оформление результатов поверки

12.4.1. При государственной поверке положительные результаты оформляются в виде свидетельства о государственной поверке по форме, установленной Госстандартом СССР, или записываются в раздел формуляра «Периодическая поверка основных нормативно-технических характеристик» и заверяются поверителем с нанесением оттиска поверительного клейма.

12.4.2. При ведомственной поверке положительные результаты записываются в рабочий протокол поверки и заверяются в порядке, установленном органом ведомственной метрологической службы. Формы протоколов приведены в приложении 4.

12.4.3. Запрещается выпуск в обращение и применение ваттметров, прошедших поверку с отрицательными результатами.

13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

13.1. Ваттметры, поступающие на склад потребителя, могут храниться в упакованном виде в течение одного года со дня поступления.

13.2. При длительном хранении (более одного года) ваттметры могут находиться в упакованном виде и содержаться в отапливаемых хранилищах до 10 лет (температура окружающего воздуха от 5 до 40°C, относительная влажность до 80% при температуре 25°C) или в неотапливаемых хранилищах до 5 лет (температура окружающего воздуха от минус 50 до плюс 40°C, относительная влажность до 98% при температуре 25°C).

13.3. В помещениях для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, вызывающих коррозию.

14. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

14.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки

14.1.1. При транспортировании используются отдельные укладочные ящики для блока измерительного и комплекта измерительного преобразователя. Укладочные ящики, обер-

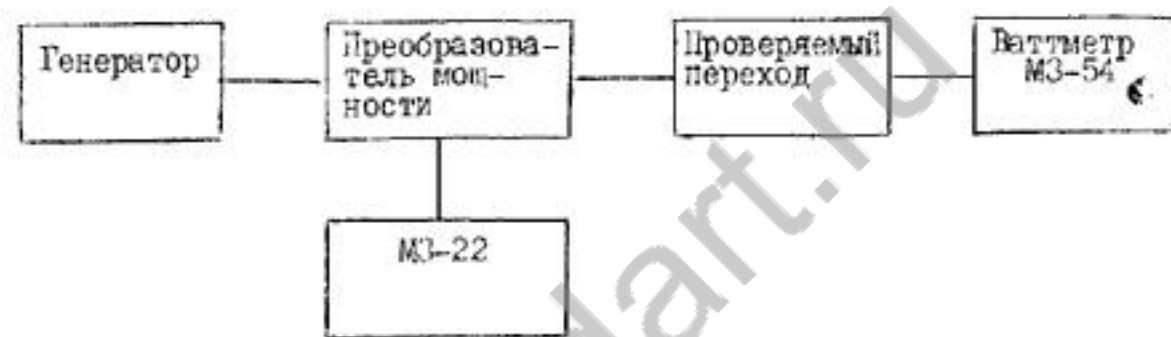


Рис. 8. Структурная электрическая схема проверки погрешности ваттметров с переходами

соответствующем пределе измерений (режим работы РУЧ.). Погрешность ваттметра с переходами определяют по формуле:

$$\delta = \left[i - \frac{P_0 \cdot \alpha \cdot K'_s (1 - |\Gamma'_{пр}|^2)}{K_{зат} \cdot P_x} \right] \cdot 100, \quad (8)$$

где δ — погрешность ваттметра с переходами в %;

P_0 — показание МЗ-22 в мВт;

α — коэффициент передачи калибратора (преобразователя) мощности (берется из аттестата на калибратор);

K'_s — коэффициент эффективности измерительного преобразователя с переходами, вычисляется по формуле $K'_s = K_s - a$ (8а)

K_s — значение коэффициента эффективности измерительного преобразователя, указанное в формуляре ваттметра для соответствующего диапазона частот;

$a=0$ — при проверке с переходами 5.433.020 и 5.433.021 на частотах 0,15; 1 и 3 ГГц;

$a=0,01$ — при проверке с переходом 5.433.021 на частотах 5,5 и 10 ГГц;

$a=0,03$ — при проверке с переходом 5.433.022 на частотах 8,24; 10 и 12,05 ГГц;

$a=0,02$ — при проверке с переходом 5.433.023 на частотах 12,05; 14 и 16,7 ГГц;

$|\Gamma'_{пр}|$ — модуль коэффициента отражения преобразователя с проверяемым переходом и переходом 17×8/16×8;

$K_{зат}$ — коэффициент затухания перехода 17×8/16×8 равный 1,005; (при проверке ваттметра с переходами 5.433.020; 5.433.021; 5.433.022 $K_{зат} = 1$);

P_x — показание ваттметра МЗ-54 в мВт.

Преобразователь У1 присоединяется к измерительному блоку У2 посредством экранированного кабеля. Ваттметр может включаться в автоматическую систему с дистанционным управлением с помощью разъема Ш4/У2 и соединительного кабеля (в комплект ваттметра не входит) и выдавать сигнал на цифронечатающее устройство. При этом не допускается соединение контакта Ш4/29 (общий) с корпусом измерительного блока и внешних устройств.

В процессе работы измерительный блок ваттметра вырабатывает аналоговый сигнал и подает его на гнезда разъема Ш1/У2. Посредством этого разъема и соответствующего кабеля (кабель на рисунках не показан) аналоговое напряжение может быть подведено к аналоговому индикатору. Значение аналогового напряжения 3 В на нагрузке не менее 100 кОм при конечном значении любого из пределов измерений.

4.5. Конструкция

4.5.1. Конструкция измерительного блока Я2М-66.

Блок ваттметра измерительный Я2М-66 сконструирован в типовом малогабаритном корпусе. Все узлы измерительного блока выполнены с применением печатного монтажа.

Некоторые крупногабаритные элементы и органы управления крепятся к корпусу самостоятельно. В случае необходимости вскрытие измерительного блока следует производить как указано в техническом описании 2.720.056 ТО.

В заднюю панель измерительного блока вмонтирован электрохимический счетчик времени (ресурсомер) типа ЭСВ-2,5—12,6, предназначенный для определения суммарного времени наработки ваттметра при его настройке, испытаниях и эксплуатации.

Отсчет наработанного времени производится по делению шкалы, против которого находится мениск правого столбика ртути.

Если зазор между столбиком ртути переместился на 90—95% (не более) всей шкалы, нужно изменить направление отсчета путем смены полярности питания счетчика. При этом отсчет будет производиться в обратном порядке.

Более подробное описание конструкции измерительного блока приведено в техническом описании 2.720.056 ТО.

4.5.2. Конструкция измерительного преобразователя.

Измерительный преобразователь 4.681.467 (приложение 3) состоит из отрезка коаксиальной линии со стандартным коаксиальным разъемом типа Ш вариант 2 по ГОСТ 13317—80, поглощающего элемента цилиндрической формы с согласующим экраном, термоэлектрического модуля и «тела сравнения». Поглощающий элемент представляет собой тонкопленочный

значный резистор на теплопроводящей (бериллиевой) керамике. Центральным проводником коаксиального тракта является тонкостенная трубка с целью исключения теплового воздействия внешней среды на поглощающий элемент. Для уменьшения СВЧ потерь трубка покрывается медью и серебром.

Поглощающий элемент за счет плотной посадки имеет электрический контакт с центральным проводником, другой его конец впаян в согласующий медный экран с серебряным покрытием. Согласующий экран имеет ступенчатое изменение диаметра, что обеспечивает согласование поглощающего элемента во всем диапазоне частот. Термоэлектрический модуль выполнен в виде диска с отверстием и располагается так, что горячие спаи имеют тепловой контакт с внешней поверхностью согласующего экрана в места пайки поглощающего элемента, а холодные спаи — с «телом сравнения». К выводам термоэлектрического модуля припаиваются провода соединительного кабеля. Внутренний и внешний экраны предназначены для защиты термоэлектрического модуля от случайных внешних тепловых воздействий.

5. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

5.1. Наименование ваттметра, условное его обозначение и год изготовления указываются только в эксплуатационной документации.

5.2. Наименование и условное обозначение измерительного блока ваттметра нанесены в верхней части лицевой панели.

5.3. Заводской порядковый номер измерительного блока и год изготовления расположены в левом верхнем углу задней панели.

5.4. На кожухе преобразователя нанесены наименование, номер чертежа и год изготовления.

5.5. Все элементы и составные части, установленные на шасси, панелях и печатных платах измерительного блока, имеют маркировку позиционных обозначений в соответствии с позиционными обозначениями перечней элементов к электрическим принципиальным схемам.

5.6. Измерительный блок и преобразователь, принятые ОТК, пломбируются мастичными пломбами, которые устанавливаются на верхней и нижней крышках измерительного блока и кожухе преобразователя.

6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

6.1. После длительного хранения следует произвести внешний осмотр, опробование, а затем поверку метрологических параметров согласно разделу 12.

Таблица 9*

Проверяемый переход (6)	Частота, ГГц	Позиции по схеме рис. 7			
		1-генератор	2-переход	3-переход	4-линия измерительная
5.433.020	3	Г4-80	Э2-13 из комплекта Г4-80	Э2-7/1 из комплекта Р1-22	Р1-22
5.433.021	3 5,5 10	Г4-80 Г4-81 Г4-83	отсутствует отсутствует отсутствует	отсутствует отсутствует отсутствует	Р1-3 Р1-3 Р1-3
5.433.022	8,24; 10; 12,05	Г4-111	Э2-108 из комплекта Г4-111	отсутствует	Р1-20
5.433.023	12,05; 14; 16,7	Г4-111	Э2-109 из комплекта Г4-111	отсутствует	Р1-19

Таблица 10*

Проверяемый переход	Частота проверки, ГГц	Генератор	Преобразователь (калибратор) мощности
5.433.020	0,15 1 3	Г4-143 Г4-76А Г4-80	Я2М-24 Я2М-24 Я2М-23
5.433.021	3 5,5 10	Г4-80 Г4-81 Г4-83	Я2М-21 Я2М-21 Я2М-22
5.433.022	8,24 10 12,05	Г4-111 с переходом Э2-108	М1-8А
5.433.023	12,05 14 16,7	Г4-111 с переходом Э2-109	М1-9А с его волноводным переходом 17×8/16×8 на выходе

вии с их инструкциями по эксплуатации. Калибруют проверяемый ваттметр по калибратору, встроенному в измерительный блок Я2М-66. Затем на вход преобразователя (калибратора) мощности подается такой уровень мощности СВЧ, чтобы показание прибора МЗ-22 было в пределах 2—3 мВт (Р₀). Фиксируют показание испытуемого ваттметра (Р_х) на

М1-9А и генератора Г4-111 используются калибратор М1-10А и генератор Г4-114 соответственно. Переход Э2-109 при этом не используется. Кроме того, преобразователь подключается к калибратору мощности М1-10А через переход 2.236.016—01.

Процесс измерения и определения основной погрешности такой же, как и на частоте 12 ГГц. При этом в формулу (7) подставляют численные значения $R_{\text{ср}}$, α , $[\Gamma'_{\text{пр}}]$, соответствующие калибратору мощности М1-10А и преобразователю с переходом 2.236.016—01 на частоте 17,85 ГГц. $K_{\text{э}}$ берется из формуляра на ваттметр для частоты 17,85 ГГц; $K_{\text{зат}}$ записывается из аттестата на переход 2.236.016—01.

Результат поверки ваттметра считается удовлетворительным, если измеренное значение основной погрешности не превышает норм, приведенных в табл. 7.

12.3.7. Определение $K_{\text{стU}}$ измерительного преобразователя с переходом 5.433.020 на частотах 0,15 и 1 ГГц производится по структурной схеме рис. 4, где поз. 2 — преобразователь с переходом. Определение $K_{\text{стU}}$ преобразователя с переходами на частотах 3; 5,5; 8,24; 10; 12,05; 14; 16,7 ГГц производится по структурной схеме рис. 7.



Рис. 7. Схема электрическая структурная для проверки $K_{\text{стU}}$ измерительного преобразователя с переходами в диапазоне частот 3—16,7 ГГц

Типы приборов 1, 2, 3, 4, 6 по схеме рис. 7 в зависимости от проверяемого перехода и частоты указаны в табл. 9.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если величина $K_{\text{стU}}$ преобразователя с переходами не превышает значений, приведенных в табл. 7.

12.3.8. Проверка погрешности ваттметра с дополнительными переходами производится по структурной схеме рис. 8.

Тип генератора, преобразователя (калибратора) мощности для конкретного перехода и частоты указаны в табл. 10.

Последовательность проведения измерений следующая. Производят подготовку приборов к измерениям в соответ-

6.2. При внешнем осмотре необходимо проверить:

- сохранность пломб;
- комплектность согласно табл. 4;
- отсутствие видимых механических повреждений, влияющих на точность показаний ваттметра;
- наличие и прочность крепления органов управления и коммутации, четкость фиксации их положений, плавность вращения ручек органов настройки, наличие предохранителей в измерительном блоке Я2М-66;
- чистоту гнезд, разъемов и клемм;
- состояние соединительных кабелей, переходов.

6.3. При работе в полевых условиях необходимо предусмотреть меры защиты ваттметра от непосредственного попадания на него атмосферных осадков в виде дождя и снега, то есть работать в закрытом помещении или временном укрытии (в палатке, под навесом).

6.4. Сделать отметку в формуляре о начале эксплуатации и записать показания счетчика наработки.

В процессе эксплуатации показания счетчика периодически 4 раза в год записываются в формуляр.


До включения ваттметра необходимо ознакомиться с разделами 1, 4, 6, 7, 8, 9 описания.

7. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. По степени защиты от поражения электрическим током прибор относится к классу 01 и 1 (для экспорта) ГОСТ 12.2.007.0—75.

7.2. В приборе имеются постоянное и переменное напряжения 220 В, опасные для жизни, поэтому при эксплуатации, контрольно-профилактических и регулировочных работах, производимых с прибором, строго соблюдайте соответствующие меры предосторожности:

перед включением прибора в сеть убедитесь в исправности сетевого соединительного шнура и соедините клемму

«  » с шиной защитного заземления. Отсоединять

клемму «  » от шины защитного заземления допус-

кается только после отсоединения всех остальных элементов. Работа с прибором без заземления категорически запрещена;

замену любого элемента производите только при отключенном от сети соединительном шнуре;

при регулировании и измерениях в схеме прибора пользуйтесь надежно изолированным инструментом и пробниками.

7.3. При работе прибора совместно с другими приборами или включении его в состав установки необходимо заземлить все приборы.

7.4. К работам по профилактике и ремонту прибора допускаются лица, прошедшие инструктаж и сдавшие зачет по технике безопасности.

8. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

8.1. Перед началом работы следует внимательно изучить техническое описание и инструкцию по эксплуатации ваттметра и измерительного блока Я2М-66, а также ознакомиться с расположением и назначением органов управления и контроля на передней и задней панелях измерительного блока (п. 4.2.2.).

8.2. Разместить ваттметр на рабочем месте, обеспечив удобство работы и условия естественной вентиляции.

8.3. Проверить заземлен ли измерительный блок.

8.4. Установить тумблер СЕТЬ ВКЛ на передней панели в нижнее положение.

8.5. Присоединить к измерительному блоку преобразователь.

8.6. Установить переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ в положение АВТ.

8.7. Включить соединительный шнур в сеть.

Остальные органы управления могут находиться в произвольном положении.

9. ПОРЯДОК РАБОТЫ

9.1. Подготовка к проведению измерений

9.1.1. Тумблер СЕТЬ ВКЛ на измерительном блоке переводят в верхнее положение СЕТЬ ВКЛ. При этом должны загореться цифры на табло и лампочка подсвета условного обозначения единицы измерений.

9.1.2. До проведения измерений ваттметр прогревают в течение 30 мин.

9.1.3. После прогрева устанавливают нуль на пределе РУЧ 1, поворачивая вправо (влево) ручки установки нуля ГРУБО и ТОЧНО.

9.1.4. Производят опробование ваттметра. При отсутствии на входе преобразователя мощности и нормальной работе измерительного блока ручками ГРУБО, ТОЧНО на табло должно устанавливаться показание.

00,00 mW на пределе РУЧ 1;
000,0 mW на пределе РУЧ 2;
0000 mW на пределе РУЧ 3.

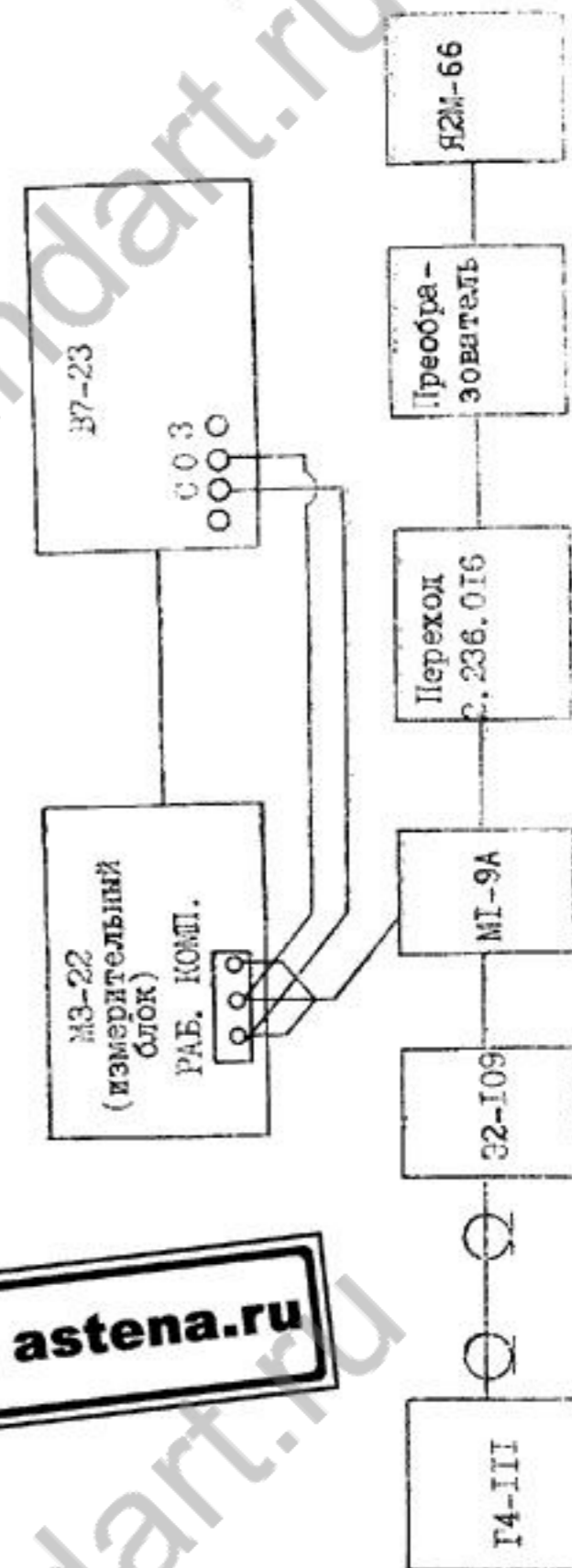


Рис. 6. Схема электрическая структурная для измерения основной погрешности ваттметра МЗ-54 на частоте 12 ГГц

www.astena.ru

12.3.6. Определение основной погрешности ваттметра производят путем сличения его показаний с показаниями образцового прибора — калибратора СВЧ мощности.

Для определения основной погрешности ваттметра на частоте 12 ГГц используется схема соединений рис. 6. С целью повышения точности измерений мощности во вторичном плече калибратора применяют цифровой вольтметр постоянного тока В7-23, которым измеряют напряжение постоянного тока на рабочем термисторе преобразователя СВЧ калибратора М1-9А. Последовательность проведения измерений следующая. После подготовки приборов к измерениям в соответствии с инструкциями по эксплуатации и калибровки поверяемого ваттметра по калибратору, встроенному в измерительный блок Я2М-66, производят измерение напряжения на рабочем термисторе преобразователя калибратора М1-9А (U_1). Затем на вход калибратора М1-9А подается такой уровень мощности СВЧ, чтобы показание прибора М3-22 было в пределах 2—3 мВт. Одновременно измеряют напряжение на рабочем термисторе преобразователя калибратора М1-9А (U_2) и фиксируют показание испытуемого ваттметра (P_x) на соответствующем пределе измерений (режим работы РУЧ). Основную погрешность ваттметра определяют по формуле:

$$\delta = \left[1 - \frac{(U_1^2 - U_2^2) \cdot \alpha \cdot K_9 (1 - |\Gamma'_{пр}|^2)}{P_x \cdot K_{зат} R_t} \right] \cdot 100\%, \quad (7)$$

где R_t — сопротивление рабочего термистора измерительного преобразователя калибратора М1-9А (из паспорта калибратора);

$K_{зат}$ — коэффициент затухания перехода 2.236.016, записывается из аттестата на переход;

α — коэффициент передачи калибратора мощности М1-9А на частоте 12 ГГц (из аттестата на калибратор);

K_9 — берется из формуляра на ваттметр для частоты 12 ГГц;

$|\Gamma'_{пр}|$ — модуль коэффициента отражения преобразователя поверяемого ваттметра с переходом 2.236.016, определяемый по формуле (4).

$|\Gamma'_{пр}|$ определяется через измерение $K_{стU}$ по методике п. 12.3.5 с использованием измерительной линии Р1-19/1.

Измерения проводят не менее 3 раз и за результат принимают среднее арифметическое из трех значений, вычисленных по формуле (7).

Определение основной погрешности ваттметра на частоте 17,85 ГГц производят, пользуясь структурной схемой, аналогичной рис. 6 с тем отличием, что вместо калибратора

9.1.5. Осуществляют калибровку ваттметра. Для этого следует:

— перевести переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ в положение АВТ или РУЧ 3;

— присоединить к разъему ∇ 800 мВт на передней панели измерительного блока преобразователь и, поворачивая ручку потенциометра ∇ , установить показание 800 мВт. При этом делается выдержка порядка 1 мин с момента присоединения преобразователя;

— отсоединить преобразователь от разъема ∇ 800 мВт на передней панели измерительного блока.

9.2. Проведение измерений

9.2.1. Ваттметр обеспечивает измерение мощности в следующих режимах:

— ручное переключение пределов измерений (положение переключателя РЕЖИМ РАБОТЫ — РУЧ 1, РУЧ 2, РУЧ 3); соответственно конечные значения пределов: 0,03—0,3—1 Вт;

— автоматическое переключение пределов (положение переключателя РЕЖИМ РАБОТЫ — АВТ);

— дистанционное управление (положение переключателя РЕЖИМ РАБОТЫ — ДИСТ).

Примечание. Во избежание вывода измерительного преобразователя из строя при измерении средней мощности импульсно-модулированных СВЧ сигналов оператору следует помнить, что импульсная мощность не должна превышать 1500 Вт при средней мощности не более 1 Вт. При этом:

$$P_{ср} = P_{и} \cdot F \cdot \tau$$

где $P_{ср}$ — средняя мощность импульсно-модулированного сигнала, Вт;

$P_{и}$ — импульсная мощность, Вт;

F — частота импульсов, Гц;

τ — длительность импульсов, с.

Длительность импульсов не должна превышать 10 мкс.

9.2.2. Для проведения измерений в режиме ручного переключения пределов измерений следует прежде всего установить переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ в такое положение, чтобы предполагаемый уровень измеряемой мощности не превышал конечное значение выбранного предела. Затем присоединить преобразователь к выходу источника СВЧ мощности и спустя 20—25 с отсчитать показание цифрового индикатора.

После этого определить значение измеряемой мощности по формуле:

$$P_{изм} = \frac{P_x}{K_9 (1 - |\Gamma_{пр}|^2)} \quad (8)$$

где P_x — показание цифрового индикатора;

K_e — коэффициент эффективности берется из формуляра на ваттметр для соответствующей частоты измерения;

$|\Gamma_{пр}|$ — модуль коэффициента отражения преобразователя.

Модуль коэффициента отражения преобразователя $|\Gamma_{пр}|$ определяется по формуле:

$$|\Gamma_{пр}| = \frac{K_{ст}U - 1}{K_{ст}U + 1} \quad (4)$$

где $K_{ст}U$ — коэффициент стоячей волны преобразователя.

Примечание. Если при измерениях используются коаксиальные и коаксиально-волноводные переходы, значение K_e с переходами вычисляется по формуле

$$K_e = K_e - a \quad (4a)$$

где K_e — значение коэффициента эффективности измерительного преобразователя, указанное в формуляре ваттметра для соответствующего диапазона частот;

$a = 0$ — при проверке с переходами 5.433.020 и 5.433.021 на частотах до 4 ГГц;

$a = 0,01$ — при проверке с переходом 5.433.021 на частотах свыше 4 ГГц до 10 ГГц;

$a = 0,03$ — при проверке с переходом 5.433.022 на частотах свыше 8,24 до 12,05 ГГц;

$a = 0,02$ — при проверке с переходом 5.433.023 на частотах свыше 12,05 до 17,44 ГГц;

а значения $|\Gamma_{пр}|$ следует принимать равными:

— 0,149 ($K_{ст}U = 1,35$) с переходом 5.433.020 в диапазоне частот до 4 ГГц;

— 0,167 ($K_{ст}U = 1,4$) с переходом 5.433.021 в диапазоне частот до 10 ГГц;

— 0,23 ($K_{ст}U = 1,6$) с переходом 5.433.022 в диапазоне частот 8,24—12,05 ГГц;

— 0,286 ($K_{ст}U = 1,8$) с переходом 5.433.023 в диапазоне частот 12,05—17,44 ГГц.

Если показания цифрового индикатора менее 0,1 от конечного значения выбранного предела измерений, следует переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ перевести в положение, соответствующее более низкому пределу измерений.

При неизвестном уровне мощности переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ следует устанавливать в положение РУЧ 3.

Оператору следует помнить, что в процессе измерений при непосредственном подключении измерительного преобразователя к выходу источника СВЧ мощности возникает погрешность, обусловленная несоответствием выходного импеданса генератора и входного импеданса преобразователя ваттметра волновому (характеристическому) сопротивлению линии передачи. Чтобы исключить из результата измерений



Рис. 4. Схема электрическая соединений приборов для измерения $K_{ст}U$ коаксиального измерительного преобразователя на частотах 0,02 и 0,3 ГГц

www.astena.ru

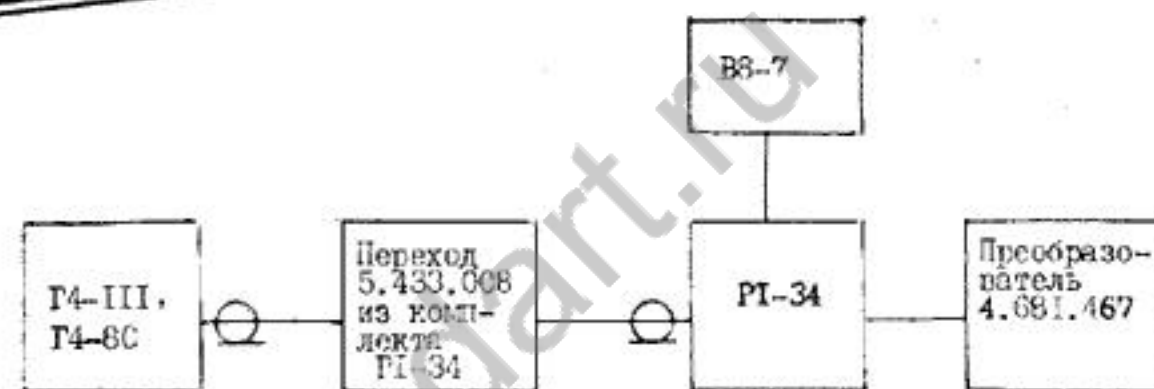


Рис. 5. Схема электрическая соединений приборов для измерения $K_{ст}U$ коаксиального измерительного преобразователя в диапазоне частот 3—17,85 ГГц

напряжение сети питания $220 \pm 4,4$ В частотой $50 \pm 0,5$ ГГц и содержанием гармоник до 5%.

12.2.2. Подготовка к поверке производится в соответствии с пп. 8.1.—8.7.

12.3. Проведение поверки

Поверка проводится один раз в год в соответствии с перечнем операций, указанных в табл. 7.

12.3.1. До начала поверки ваттметра должна быть проведена поверка измерительного блока Я2М-66 на соответствие разделу 11 технического описания 2.270.056 ТУ.

12.3.2. При проведении внешнего осмотра должны быть проверены все требования по п. 6.2. Ваттметр, имеющий дефекты, бракуется и направляется в ремонт.

12.3.3. При проверке присоединительных размеров преобразователя и переходов проводить контроль следующих размеров:

- в преобразователе $5,4 \pm 0,08$;
- в переходах 5.433.020, 5.433.021, 5.433.022, 5.433.023 со стороны розетки $5,2 \pm 0,08$;
- в переходе 5.433.020 со стороны вилки $8,24^{+0,14}$;
- в переходе 5.433.021 со стороны вилки $9,5^{+0,06}_{-0,10}$.

Проверку указанных размеров проводить с помощью индикатора ИЧ10 с наконечником 8739—5010 из комплекта комбинированного 4.068.846. Проверку присоединительных размеров фланцев волноводно-коаксиальных переходов и соосности преобразователя проводят с помощью микроскопа или других средств измерений, обеспечивающих требуемую точность.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если присоединительные размеры и соосность преобразователя и присоединительные размеры волноводно-коаксиальных переходов соответствуют требованиям ГОСТ 13317—80.

12.3.4. Опробование работы ваттметра проводится по пп. 9.1.1.—9.1.5. для оценки его исправности без применения средств поверки. Неисправный ваттметр также бракуется и направляется в ремонт.

12.3.5. Определение КстU преобразователя проводится с помощью панорамного измерителя КстU РК2—47 (рис. 4) на частотах 0,02 и 0,3 ГГц и с помощью измерительной линии Р1—34 (рис. 5) на частотах 3—17,85 ГГц.

В табл. 7 приведены частоты, на которых производится проверка КстU.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если КстU не превышает 1,15 в диапазоне частот 0—3 ГГц, 1,3 в диапазоне частот свыше 3 до 12 ГГц и 1,4 — в диапазоне частот свыше 12 ГГц.

эту погрешность необходимо значение измеряемой мощности определить из выражения:

$$P_{\text{изм}} = \frac{P_x \cdot (1 - |\Gamma| |\Gamma_{\text{пр}}|)^2}{K_{\text{э}} \cdot (1 - |\Gamma_{\text{пр}}|^2)} \quad (5)$$

где Γ ; $\Gamma_{\text{пр}}$ — комплексные значения коэффициентов отражения генератора и измерительного преобразователя на измеряемой частоте.

Обычно известны только модули коэффициентов отражения и за результат измерений принимается значение, найденное из выражения (3).

$$P_{\text{изм}} = \frac{P_x}{K_{\text{э}} (1 - |\Gamma_{\text{пр}}|^2)}$$

При этом погрешность рассогласования состоит

$$\delta_{\text{рас}} = \pm 2|\Gamma| \cdot |\Gamma_{\text{пр}}| \quad (6)$$

$|\Gamma|$ и $|\Gamma_{\text{пр}}|$ определяются по формуле (4), где КстU берется из эксплуатационной документации на генератор.

9.2.3. Режим работы ваттметра с автоматическим переключением пределов используется при работе ваттметра в автоматизированных цифровых измерительных системах.

9.2.4. При дистанционном управлении производится дистанционное переключение пределов измерений с помощью потенциальных сигналов, поступающих от цифровых измерительных систем.

9.2.5. Следует помнить, что преобразователи требуют бережного обращения с ними и во избежание выхода из строя не должны перегружаться мощностью сверх установленной нормы 1,0 Вт.

9.2.6. В процессе измерений оператор должен производить периодическую проверку установки нуля, для чего необходимо снять со входа СВЧ мощность.

10. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

10.1. Ремонт измерительного блока ваттметра должен производиться только в специализированных ремонтных органах или поверочных лабораториях.

Ремонт преобразователей должен производиться на заводе-изготовителе.

10.2. Для доступа к узлам и элементам измерительного блока необходимо отключить его от сети и вскрыть в соответствии с указаниями, приведенными в п. 4.3.1 2.720.056 ТУ.

10.3. Прежде чем начать ремонт неисправного узла, необходимо проверить поступление на него входных сигналов и наличие номинальных питающих напряжений.

10.4. При проведении ремонта следует строго выполнять меры безопасности, указанные в разделе 7.

10.5. Перечень наиболее возможных неисправностей и указания по их устранению приведены в табл. 6.

Таблица 6

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Методы устранения
При включении ваттметра в сеть не устанавливается нуль на цифровом табло, не калибруется ваттметр	Неисправен кабель, с помощью которого присоединяется преобразователь	Проверить исправность соединительного кабеля используя при этом схему электрических соединений (приложение 2) Устранить неисправность
	Неисправен преобразователь	Проверить прибором В7-23 исправность преобразователя, пользуясь при этом схемой электрической принципиальной для данного преобразователя (приложение 1). При обнаружении неисправности отправить преобразователь на завод-изготовитель для ремонта
	Неисправен измерительный блок	Провести проверку в соответствии с ГО на измерительный блок и устранить неисправность

www.astena.ru

10.6. Сделать отметку о ремонте в формуляре и произвести поверку ваттметра согласно указаниям раздела 12.

11. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

11.1. Осмотр внешнего состояния ваттметра проводят 2 раза в год, а также совместно с другими видами контрольно-профилактических работ. Внутренний осмотр проводят по истечении гарантийного срока один раз в два года. Проверяют крепление узлов, состояние паяк, контактов, качество работы переключателей, удаляют пыль и коррозию.

11.2. Порядок проведения профилактических работ.

Снять боковые стенки, верхнюю и нижнюю крышки измерительного блока в соответствии с п. 4.3.1 2.720.056 ГО. Вынуть печатные платы, удалить с них пыль струей сжатого воздуха и промыть контакты спиртом ГОСТ 18300—72 с

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
Генератор сигналов высокочастотный	$F = 2,56-4$ ГГц	Установка частоты $\pm 0,5\%$	Г4-80	Поставляется для поверочных органов
Генератор сигналов высокочастотный	$F = 4-5,6$ ГГц	Установка частоты $\pm 0,5\%$	Г4-81	
Генератор сигналов высокочастотный	$F = 7,5-10,5$ ГГц	Установка частоты $\pm 0,5\%$	Г4-83	
Генератор сигналов высокочастотный	$F = 0,025-0,4$ ГГц	Установка частоты $\pm 1\%$	Г4-143	
Генератор сигналов высокочастотный	$F = 6-17,85$ ГГц	Установка частоты $\pm 0,5\%$	Г4-111	
Генератор сигналов высокочастотный	$F = 16,35-25,8$ ГГц	Установка частоты $0,1\%$	Г4-114	
Комплект комбинированный	—	—	4.068.846	
Большой микроскоп инструментальный	0—30 мм	$\pm 0,005$ мм	БМИ или УИМ-21 или ДИП-1	
Индикатор Стойка ГОСТ 10197—70	0—10 мм	кл. 1	И410	
Призма ГОСТ 5641—82	—	—	С-IV-8-160× ×100 П1-2-2 2 шт.	

12.2. Условия поверки и подготовка к ней

12.2.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия:

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

относительная влажность воздуха 30—80%;

атмосферное давление 84—106 кПа (630—795 мм рт. ст.);

3. Все средства поверки должны быть исправны поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о государственной или ведомственной поверке.

12.1.2. Технические характеристики образцовых и вспомогательных средств поверки представлены в табл. 8.

Таблица 8

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип).	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
Калибратор СВЧ мощности	F = 12—16,7 ГГц	±1,5%	M1-9A	Только измерительный блок
Калибратор СВЧ мощности	F = 16,7—25,86 ГГц	±1,5%	M1-10A	
Калибратор СВЧ мощности	F = 8,24—12,05 ГГц	±1,5%	M1-8A	
Преобразователь падающей мощности	F = 0,15—1 ГГц	±2,5%	Я2М-24	
Преобразователь падающей мощности	F = 1—3 ГГц	±2,5%	Я2М-23	
Преобразователь падающей мощности	F = 3—3,5 ГГц	±2,5%	Я2М-21	
Преобразователь падающей мощности	F = 5,5—10 ГГц	±2,5%	Я2М-22	
Ваттметр поглощаемой мощности	P = 12—6000 мкВт		M3-22	
Вольтметр универсальный цифровой	10 ⁻⁶ —10 В		B7-23	
Измеритель КстU панорамный	F = 0,02—1,25 ГГц K _{ст} U = 1,07—2	5K _{ст} U	PK2-47	
Линия измерительная	F = 2,5—10,35 ГГц	±10%	P1-3	
Линия измерительная	F = 17,44—25,86 ГГц	±10%	P1-13A	
Линия измерительная	F = 11,55—16,66 ГГц	±10%	P1-19/1	
Линия измерительная	F = 8,24—12,05 ГГц	±10%	P1-20	
Линия измерительная	F = 1—7,5 ГГц	±10%	P1-22	
Линия измерительная	F = 12,05—17,44 ГГц	±10%	P1-29	
Линия измерительная	F = 2—18 ГГц	±10%	P1-34	
Измеритель отношения напряжения	Чувствительность 0,7—1 мкВ	±1,5%	B8-7	
Генератор сигналов высокочастотный	F = 0,4—1,2 ГГц	Установка частоты ±1%	G4-76A	

помощью кисти. Удалить пыль с других элементов и узлов измерительного блока. Поставить печатные платы на место, установить боковые стенки и крышки.

Промыть спиртом высокочастотные и низкочастотные соединители преобразователя и соединительного кабеля.

11.3. После внешнего осмотра и профилактических работ, время проведения которых было приурочено к моменту периодической поверки, ваттметр направляют в поверку.

12. УКАЗАНИЯ ПО ПОВЕРКЕ

Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки ваттметра поглощаемой мощности МЗ-54 при его эксплуатации.

12.1. Операции и средства поверки

12.1.1. При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 7.

Таблица 7

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки, ГГц	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
12.3.1.	Поверка измерительного блока Я2М-66	—	—	—	—
12.3.2	Внешний осмотр	—	—	—	—
12.3.3	Проверка присоединительных размеров преобразователя и переходов и несоосности преобразователя и переходов	—	—	БМИ или УИМ-21 или ДИП-1	ИЧ10 кл. 1 Стойка С-1V-8-160×100 ГОСТ 10197—70 Наконечник 8739-5010 Призма П1-2-2 ГОСТ 5641—82 —2 шт.
12.3.4	Отробование Определение метрологических параметров	—	—	—	—

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки, ГГц	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
12.3.5	КстU измерительного преобразователя 4.681.467	0,02 0,3 3,0 10 12 14 16 17,85	1,15 1,15 1,15 1,3 1,3 1,4 1,4 1,4		PK2-47 P1-34 Г4-111 B8-7
12.3.6	Основная погрешность	12	$\pm \left[4 + 0,1 \times \left(\frac{P_K}{P_X} - 1 \right) \right] \%$	B7-23 M1-9A P1-19/1	B8-7, Г4-111 с переходом Э2-109, М3-22, переход 2.236.016 из поверочного комплекта
		17,85	$\pm \left[6 + 0,1 \times \left(\frac{P_K}{P_X} - 1 \right) \right] \%$	B7-23 M1-10A P1-13A	B8-7 Г4-111 М3-22 переход 2.236.016—01 из поверочного комплекта
12.3.7	КстU измерительного преобразователя с переходами: 5.433.020 (Ø16×7/Ø7×3)	0,15 ! 3	1,35 1,35 1,35		PK2-47 P1-22 B8-7 Г4-80
	5.433.021 (Ø10×4,34/Ø7×3)	3 5,5 10	1,4 1,4 1,4		P1-3 Г4-80 Г4-81 Г4-83 B8-7

www.astena.ru

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки, ГГц	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
	5.433.022 (23×10/Ø7×3)	8,24 10 12,05	1,6 1,6 1,6		P1-20 B8-7 Г4-111 с переходом Э2-108
	5.433.023 (16×8/Ø7×3)	12,05 14 16,7	1,8 1,8 1,8		P1-29 B8-7 Г4-111 с переходом Э2-109
12.3.8	Погрешность манометра с дополнительными переходами: 5.433.020	0,15 1 3	$\pm \left[10 + 0,1 \left(\frac{P_K}{P_X} - 1 \right) \right] \%$	Я2М-24 Я2М-23 М3-22	Г4-143 Г4-76А Г4-80
	5.433.021	3 5,5 10	$\pm \left[10 + 0,1 \left(\frac{P_K}{P_X} - 1 \right) \right] \%$	Я2М-21 Я2М-22 М3-22	Г4-80 Г4-81 Г4-83
	5.433.022	8,24 10 12,05	$\pm \left[10 + 0,1 \left(\frac{P_K}{P_X} - 1 \right) \right] \%$	М1-8А М3-22	Г4-111 с переходом Э2-108
	5.433.023	12,05 14 16,7	$\pm \left[15 + 0,1 \left(\frac{P_K}{P_X} - 1 \right) \right] \%$	М1-9А	Г4-111 с переходом Э2-109

Примечания: 1. Поверку прибора по п. 12.3.7 производить при выпуске из производства и после ремонта измерительных преобразователей или переходов.

Поверку прибора по п. 12.3.8 производить после ремонта переходов. Поверку прибора по остальным пунктам, приведенным в табл. 7, производить при выпуске из производства, при эксплуатации и хранении. 2. Вместо указанных в таблице образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.