



**ВАТТМЕТР ПОГЛОЩАЕМОЙ
МОЩНОСТИ
МЗ-56**

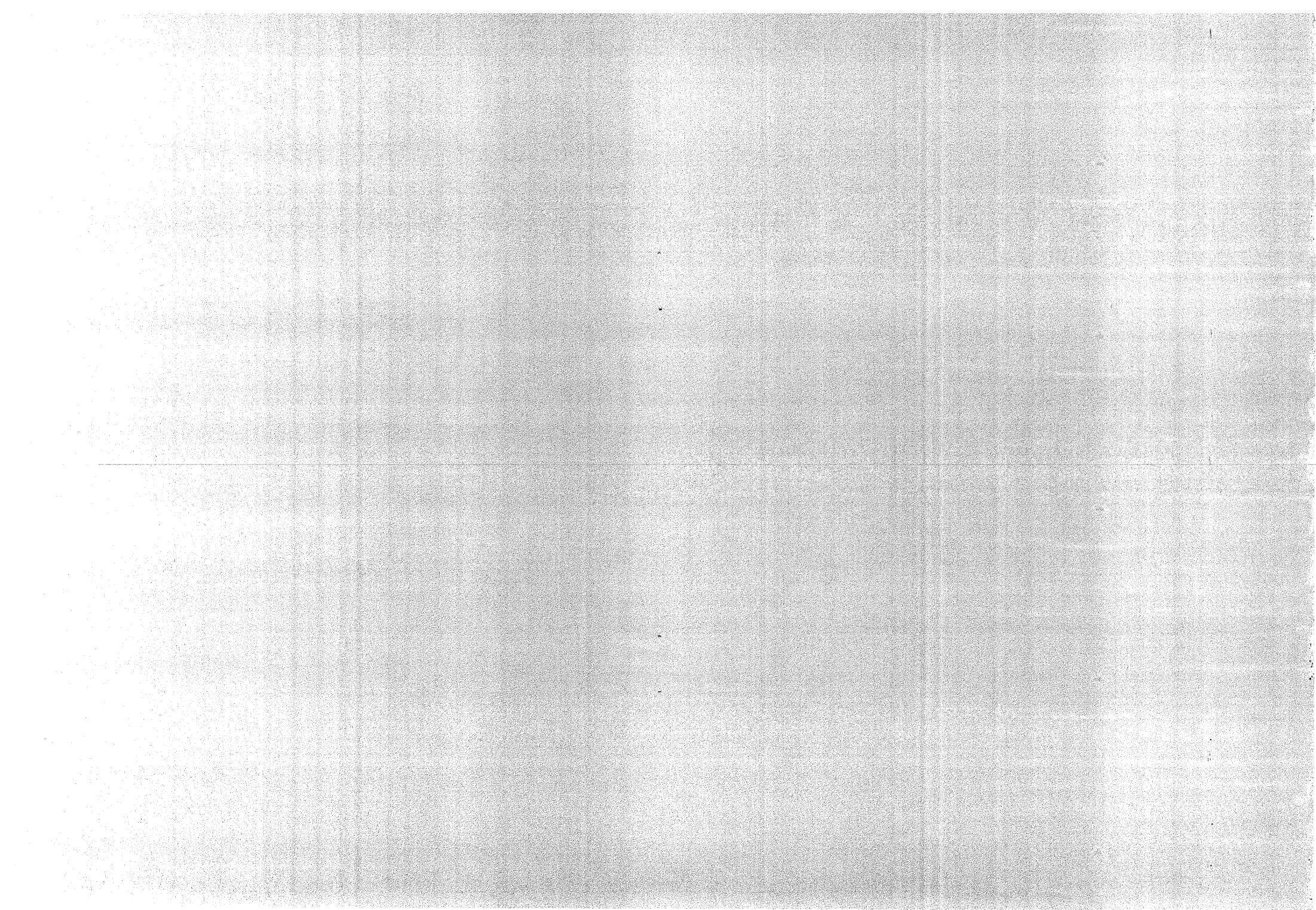
**Методика поверки
1.401.039 ТО**

M3 - 56

**ВАТТМЕТР ПОГЛОЩАЕМОЙ
МОЩНОСТИ**

*Техническое описание и
инструкция по эксплуатации*

1.401.039 ТО



МЗ-56 ГО

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
17	7.1.к классу 01 и I (для экспорта)ГОСТ 12.2.007.0-75.	7.1.к классу 01 ГОСТ 12.2.007.0-75 или I (для экспорта) по ГОСТ 26104-89.

ВАТТМЕТР ПОГЛОЩАЕМОЙ МОЩНОСТИ

МЗ-56

*Техническое описание
и инструкция по эксплуатации*

ЕЭЛ.401.039 ГО

	Стр.
1. Назначение.....	3
2. Технические данные.....	4
3. Состав ваттметра.....	8
4. Устройство и работа ваттметра и его составных частей.....	10
4.1. Принцип действия.....	10
4.2. Схема электрическая принципиальная измерительного блока Я2М-66.....	10
4.2.1. Описание структурной схемы измерительного блока Я2М-66.....	10
4.2.2. Органы управления и контроля.....	12
4.3. Схема электрическая принципиальная измерительного преобразователя.....	13
4.4. Схема электрическая соединений ваттметра....	14
4.5. Конструкция.....	14
4.5.1. Конструкция измерительного блока Я2М-66.....	14
4.5.2. Конструкция измерительного преобразователя.....	15
5. Маркирование и пломбирование.....	16
6. Общие указания по эксплуатации.....	16
7. Указания мер безопасности.....	17
8. Подготовка к работе.....	17
9. Порядок работы.....	18
9.1. Подготовка к проведению измерений.....	18
9.2. Проведение измерений.....	18
10. Характерные неисправности и методы их устранения.....	21
11. Техническое обслуживание.....	22
12. Указания по поверке.....	23
12.2. Операции и средства поверки.....	23
12.3. Условия поверки и подготовка к ней.....	31
12.4. Проведение поверки.....	32
12.5. Оформление результатов поверки.....	41
13. Правила хранения.....	42
14. Транспортирование.....	42
14.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки.....	42
Приложения.....	43

Определение нестабильности показаний ваттметра в нормальных условиях: измерительный блок № _____ измерительный преобразователь № _____

Технические данные: п.2.15 (I.40I.039 TO)

Методика поверки: п.12.4.10 (I.40I.039 TO)

Нормируемое значение: 0,2 мВт/мин

Измеренное значение:

Нестабильность показаний ваттметра в нормальных условиях не превышает _____

Измерения проводил:

Результаты поверки:

Поверяемые точки, ГГц	12,0	17,85
Нормированное значение K_2	0,96-1,06	0,93-1,05
Измеренное значение K_2		

Отклонение коэффициента эффективности измерительного преобразователя не превышает _____ в диапазоне частот от 0 до 12,0 ГГц и _____ в диапазоне частот свыше 12,0 до 17,85 ГГц.

Измерения проводил:

ПРОТОКОЛ № 4

Определение составляющей основной погрешности ваттметра, обусловленной нелинейной зависимостью показаний ваттметра от уровня измеряемой мощности; измерительный преобразователь № _____

Технические данные: п.2.3 (I.40I.039 Т0)

Методика поверки: п.12.4.9 (I.40I.039 Т0)

Нормируемое значение: $\pm 1,8\%$

Измеренное значение:

Составляющая основной погрешности ваттметра, обусловленная нелинейной зависимостью показаний ваттметра от уровня измеряемой мощности не превышает _____

Измерения проводил:

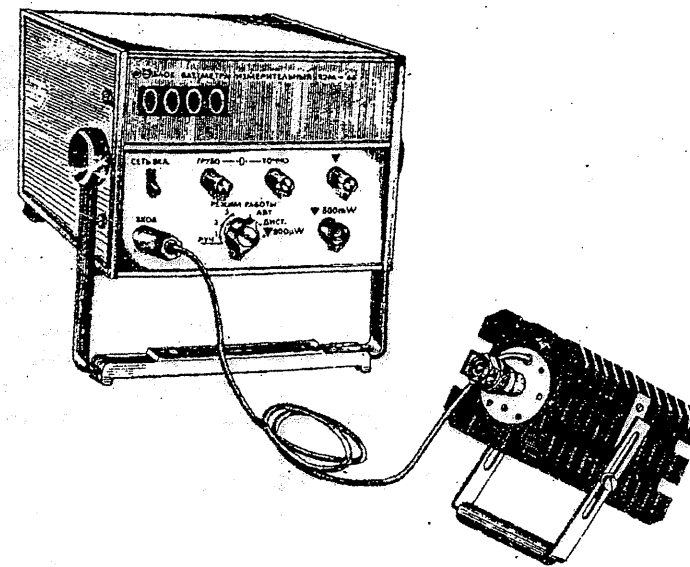


Рис.1. Внешний вид ваттметра МЗ-56

I. НАЗНАЧЕНИЕ

I.1. Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-56 предназначен для измерения мощности синусоидальных СВЧ сигналов и среднего значения мощности импульсно-модулированных СВЧ сигналов в коаксиальном тракте $\phi 7 \times 3$ и волноводных трактах при использовании входящих в комплект переходов. Внешний вид ваттметра показан на рис.1. Ваттметр состоит из измерительного блока, измерительного калориметрического преобразователя.

I.2. Рабочие условия эксплуатации:

температура окружающей среды от 263 до 323 К (от минус 10 до плюс 50 $^{\circ}$ С);

относительная влажность воздуха до 95% при температуре 303 К (30 $^{\circ}$ С);

напряжение сети 220 \pm 22 В, частота 50 \pm 0,5 Гц;

напряжение сети 220 \pm 11 В, частота 400 \pm 12 Гц;

атмосферное давление 60-106,7 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 четырехполосников, 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 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:

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

в диапазоне частот от 0 до 12 ГГц;

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

в диапазоне частот свыше 12 до 17,85 ГГц;

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, %
5.433.020-01 5.433.021-01	0-4 0-10	} $\pm [5 + 0,1 \left(\frac{P_k}{P_x} - 1 \right)]$
5.433.022-01	8,24-12,05	
5.433.023-01	12,05-17,44	$\pm [15 + 0,1 \left(\frac{P_k}{P_x} - 1 \right)]$

Примечания. Погрешность ваттметра при работе с переходами 5.433.020-01 и 5.433.021-01 не превышает значения $\pm [10 + 0,1 \left(\frac{P_k}{P_x} - 1 \right)]\%$ при поверке с помощью преобразователя падающей мощности, аттестованного с погрешностью 2,5%.

Поверхность точки, ГГц	0,15	1	3	5,5	8,24	10	12,05	14	16,7
Измеренное значение				-	-	-	-	-	-
5.433.021-01 Нормируемое значение	-	-	1,4	1,4	-	1,4	-	-	-
Измеренное значение	-	-			-		-	-	-
5.433.022-01 Нормируемое значение	-	-	-	-	1,6	1,6	1,6	-	-
Измеренное значение	-	-	-	-				-	-
5.433.023-01 Нормируемое значение	-	-	-	-	-	-	1,8	1,8	1,8
Измеренное значение	-	-	-	-	-	-			

Коэффициент стоячей волны измерительного преобразователя не превышает значений:

с переходом 5.433.020-01 _____

с переходом 5.433.021-01 _____

с переходом 5.433.022-01 _____

с переходом 5.433.023-01 _____

Измерения проводил:

ПРОТОКОЛ № 3

Определение коэффициента эффективности измерительного преобразователя № _____

Технические данные: п.2.10 (1.401.039 Т0)
Методика поверки: п.12.4.8 (1.401.039 Т0)

Протоколы поверки метрологических параметров

ПРОТОКОЛ №1

Определение коэффициента стоячей волны (КстУ) измерительного преобразователя № _____

Технические данные: п.2.8 (1.401.039 Т0)

Методика поверки: п.12.4.5 (1.401.039 Т0)

Результаты измерений:

Поверяемые точки, ГГц	0,02	0,3	3	10	12	14	16	17,85
Нормируемое значение Кст У	1,15	1,15	1,15	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4
Измеренное значение Кст У								

Коэффициент стоячей волны не превышает _____ в диапазоне частот от 0 до 3 ГГц; _____ в диапазоне частот от 3 до 12 ГГц и в диапазоне частот от 12 до 17,85 ГГц _____

Измерения проводил:

ПРОТОКОЛ №2

Определение коэффициента стоячей волны (Кст У) измерительного преобразователя № _____ с переходами

Технические данные: п.2.9 (1.401.039 Т0).

Методика поверки: п.12.4.6 (1.401.039 Т0).

Результаты измерений:

Поверяемые точки, ГГц	0,15	1	3	5,5	8,24	10	12,05	14	16,7
Преобразователь с переходом: 5.433.020-01									
Нормируемое значение	1,35	1,35	1,35	-	-	-	-	-	-

2.3. Составляющая основной погрешности ваттметра, обусловленная нелинейной зависимостью его показаний от уровня измеряемой мощности, не более $\pm 1,3\%$.

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

2.5. Диапазон частот при работе в коаксиальном тракте ϕ 7x3: 0-17,85 ГГц.

2.6. Пределы измерений мощности синусоидальных СВЧ сигналов и среднего значения мощности импульсно-модулированных сигналов при импульсной мощности до 1,5 кВт и длительности импульсов до 10 мкс: 10^{-2} -20 Вт. Конечные значения пределов: 0,3-3-20 Вт.

2.7. Волновое сопротивление СВЧ входа ваттметра 50 Ом.

При соединительные размеры и несоосность коаксиальных СВЧ разъемов сечением ϕ 7x3 измерительного преобразователя и дополнительных переходов соответствует типу III вариант I ГОСТ 13317-80. При соединительные размеры и несоосность других сечений СВЧ разъемов дополнительных переходов соответствует ГОСТ 13317-80.

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

1,15 в диапазоне частот 0-3 ГГц;

1,3 в диапазоне частот свыше 3 до 12 ГГц;

1,4 в диапазоне частот свыше 12 до 17,85 ГГц.

2.9. Коэффициент стоячей волны измерительного преобразователя с дополнительными переходами не более:

с переходом 5.433.020-01 в диапазоне частот 0-4 ГГц-1,35;

с переходом 5.433.021-01 в диапазоне частот 0-10 ГГц-1,4;

с переходом 5.433.022-01 в диапазоне частот 8,24-12,05 ГГц-1,6;

с переходом 5.433.023-01 в диапазоне частот 12,05-17,44 ГГц-1,8.

2.10. Коэффициент эффективности (Кэ):

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 Кэ 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 Кэ на частотах 12 и 17,85 ГГц не превышает 0,06.

2.11. 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.

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

2.13. Время установления показаний ваттметра в режимах ручного переключения пределов и АВТ до значения 98% от установившегося значения не превышает 10 с.

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

2.15. 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

0,2 мВт/мин.

2.16. Ваттметр сохраняет технические характеристики после воздействия в течение 3 мин перегрузочной мощности, равной 24 Вт.

2.17. Время самопрогрева ваттметра 30 мин.

2.18. 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%.

2.19. Мощность, потребляемая от сети 50 Гц при номинальном напряжении, не более 30 В·А.

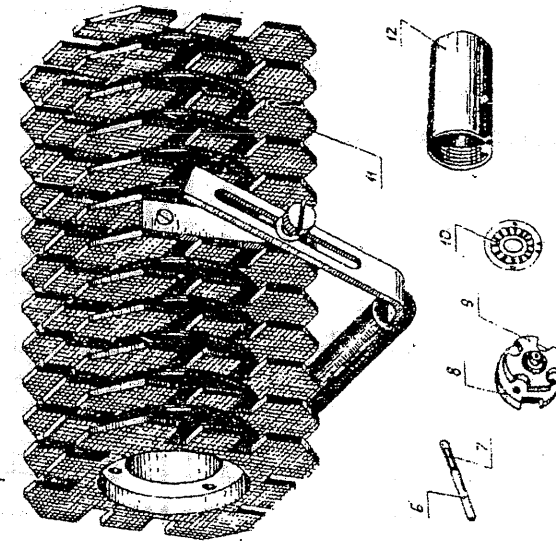
2.20. Нормальные условия эксплуатации и предельные условия транспортирования должны соответствовать данным, приведенным в табл.2.

Таблица 2

Условия эксплуатации	Температура, К	Относительная влажность воздуха, %	Атмосферное давление, кПа	Параметры сети	
				Напряжение, В	Частота, Гц
Нормальные	293 ± 5 К ($20 \pm 5^\circ\text{C}$)	30-80 при температуре 293 ± 5 К ($20 \pm 5^\circ\text{C}$)	84-106 (630-795 мм рт.ст.)	$220 \pm 4,4$	$50 \pm 0,5$ 400 ± 12
Предельные	Повышенная 338 К ($+65^\circ\text{C}$) Пониженная 223 К (-50°C)	до 95% при температуре 303 К (30°C)			

Приложение 3

Основные элементы калориметрического преобразователя 5.439.002



- 1 - разъем;
- 2 - кабель соединительный;
- 3 - корпус;
- 4 - резистивный делитель;
- 5 - плата;
- 6 - грубка;
- 7 - элемент поглощающий;
- 8 - согласующий экран;
- 9 - тело сравнения;
- 10 - модуль термоэлектрический;
- 11 - радиатор;
- 12 - экран.

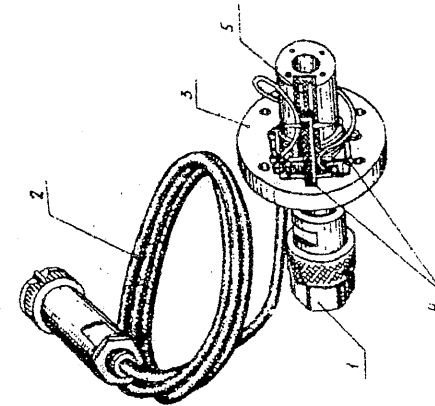
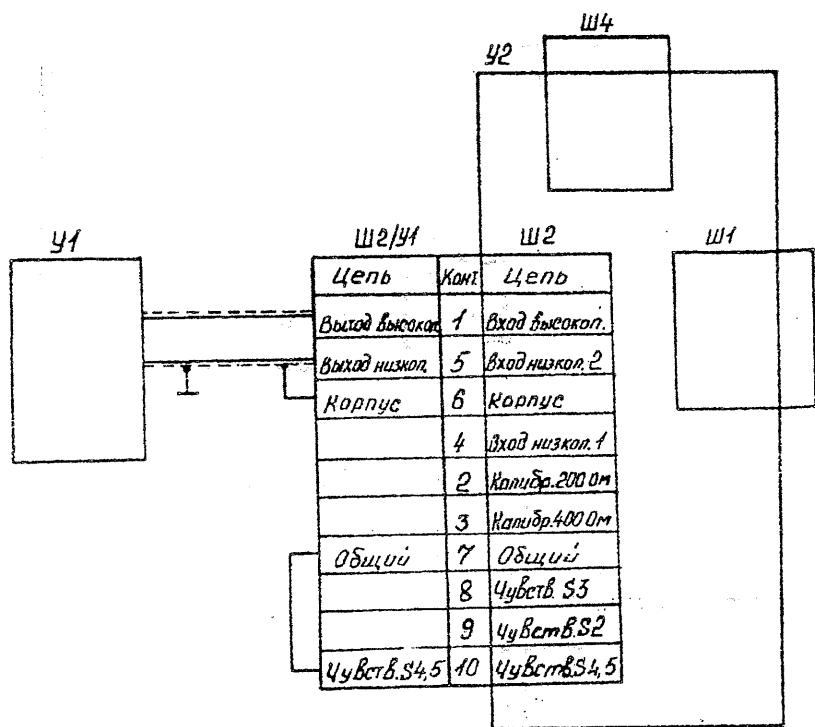


Схема электрическая соединений ваттметра
МЗ-56



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
У1	Преобразователь измерительный калориметрический 5.439.002	1	
У2	Блок ваттметра измерительный Я2М-66 2.720.056	1	

Ваттметр сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, указанных в пунктах 2.1-2.22, 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.

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

2.22. Время наработки на отказ ваттметра не менее 8000 ч. Срок службы 10 лет. Технический ресурс 10000 ч.

2.23. Габаритные размеры и массы блока ваттметра, преобразователя, укладочных и транспортных ящиков не должны превышать значений, приведенных в табл.3 и примечаниях.

Таблица 3

Наименование, тип прибора, блока, комплекта, ЗИП	Без укладки		В укладочном ящике		В транспортной таре	
	мм	кг	мм	кг	мм	кг
Блок ваттметра измерительный Я2М-66	322x255x240	6,5	460x443x329	16	См. примечания	
Преобразователь измерительный калориметрический 5.439.002	182x150x102 (140,5x84x84 без учета выступающих частей)	1,5	390x286x131	6,0	См. примечания	

Примечания: 1. В общепромышленном исполнении блок ваттметра измерительный укладывается в коробку 6.876.113-13 с габаритными размерами 426x368x330 мм. Масса блока с коробкой 10 кг. Масса преобразователя измерительного с комплектом в укладочном ящике 6 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 578x506x527 мм; для приборов в общепромышленном исполнении 578x456x527 мм. Масса ваттметра в транспортной таре 40 кг. В общепромышленном исполнении масса ваттметра в транспортной таре 34 кг.

3. СОСТАВ ВАТТМЕТРА

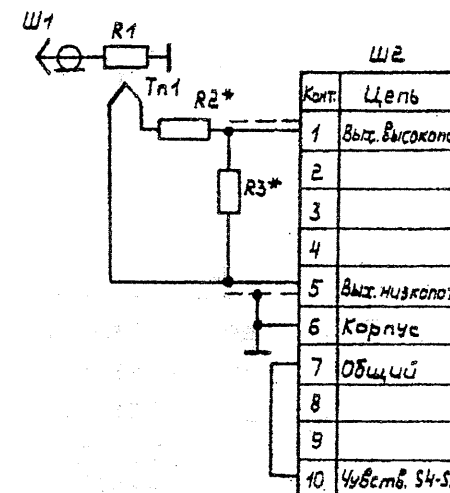
3.1. Состав комплекта ваттметра МЗ-56 приведен в табл.4.

Таблица 4

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
1. Блок ваттметра измерительный Я2М-66	2.720.056	1 шт.	
2. Комплект комбинированный в составе:	4.068.794		
вставка плавкая ВПИ-I 1,0 А 250 В	0.480.003	3 шт.	
ящик укладочный	4.162.079	1 шт.	По специальному заказу.
3. Блок ваттметра измерительный Я2М-66. Техническое описание и инструкция по эксплуатации	2.720:056 ТО	1 экз.	
4. Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-56. Техническое описание и инструкция по эксплуатации	1.401.039 ТО	1 экз.	
5. Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-56. Формуляр	1.401.039 Ф0	1 экз.	
6. Преобразователь измерительный calorиметрический	5.439.002	1 шт.	
7. Ящик укладочный	4.161.045-05	1 шт.	По специальному заказу.

Примечание. В общепромышленном исполнении блок ваттметра измерительный упаковывается в коробку 6.876.113-13.

Схема электрическая принципиальная преобразователя измерительного calorиметрического 5.439.002



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
RI	Элемент поглощающий 7.107.091	1	
R2 *	Резистор ОМЛТ-0,125-2,2 кОм±5%	1	от 0 до 5,1 кОм
R3 *	Резистор ОМЛТ-0,125-6,2 кОм±5%	1	от 3 до 15 кОм
TI	Модуль термоэлектрический 7.107.121	1	
Ш1	Вилка	1	Вход в 5.439.002
Ш2	Розетка РСТВ 10 с кожухом	1	

* Подбирают при регулировании.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИЛОЖЕНИЙ

	Стр.
1. Схема электрическая принципиальная преобразователя измерительного калориметрического 5.439.002.....	45
2. Схема электрическая соединений ваттметра МЗ-56.....	46
3. Основные элементы калориметрического преобразователя 5.439.002.....	47
4. Протоколы поверки метрологических параметров.....	48

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 таблице 5.

Таблица 5

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
Комплект комбинированный для поверки, включающий: техническое описание и инструкции по эксплуатации	4.068.846	I к-т	
формуляр	4.068.846 Т0	I экз.	
переход	4.068.846 Ф0	I экз.	
переход	2.236.016-02	I шт.	I 7x8/φ7x3
шнур соединительный	2.236.016-03	I шт.	I 1x5,5/φ7x3
шнур соединительный	4.860.155	I шт.	
устройство присоединительное	4.860.156	I шт.	
устройство присоединительное	3.669.046	I шт.	
ящик укладочный	3.669.047	I шт.	
наконечник 8739-5010	4.161.045-09	I шт.	
	8.123.002	I шт.	

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) термо ЭДС, которая пропорциональна подведенной к нему мощности СВЧ.

4.1.2. Основными блоками ваттметра является 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 нагрузки 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:

усилитель постоянного тока (УПТ);

аналого-цифровой преобразователь (АЦП);

П Р И Л О Ж Е Н И Я

установленном органом ведомственной метрологической службы.

Формы протоколов приведены в приложении 4.

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

13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

13.1. При хранении ваттметры могут находиться в упакованном виде и содержаться в отопляемых хранилищах до 10 лет при температуре окружающего воздуха от 278 до 313 К (от 5 до 40°C), относительная влажность воздуха до 80% при температуре 298 К (25°C) или в неотапливаемых хранилищах до 5 лет при температуре окружающего воздуха от 223 до 313 К (от минус 50 до плюс 40°C), относительная влажность до 98% при температуре 298 К (25°C).

13.2. 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 для вторичной упаковки ваттметров используются отдельные укладочные ящики для блока измерительного и комплекта измерительного преобразователя. Укладочные ящики, обернутые водонепроницаемой бумагой и обвязанные шпагатом, помещают в один транспортный ящик, который изнутри выстлан водонепроницаемой бумагой.

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

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

Крышки транспортных ящиков прибивают гвоздями и обтягивают ящики по торцам стальной лентой или проволокой и дломбируют.

Маркирование ящиков для транспортирования производят 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 обшивкой верхней крышки транспортного ящика.

14.1.3. 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 самолетом ваттметр должен быть размещен в герметизированном отсеке.

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

Управляющее устройство;

источник питания;

калибратор мощности переменного тока;

калибратор мощности постоянного тока.

УИП усиливает выходное напряжение преобразователя до значения, необходимого для устойчивой работы АИП.

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

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

Источник питания выдает напряжения 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.

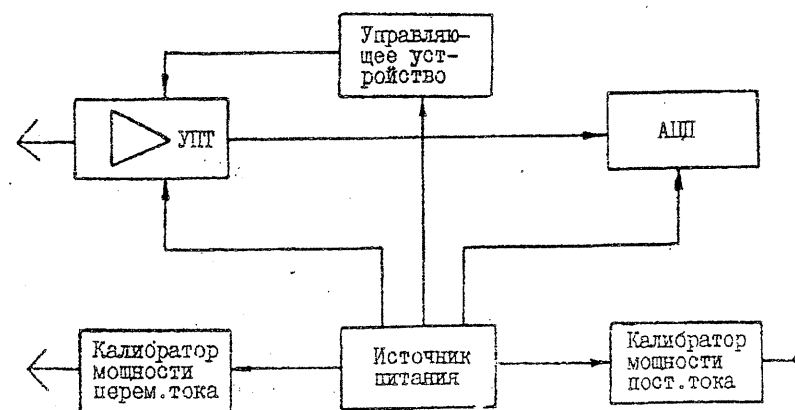



Рис.2. Схема электрическая структурная измерительного блока ваттметра

Калибратор мощности постоянного тока обеспечивает на нагрузке 50 Ом уровень мощности 800 мВт. Используется для самокалибровки ваттметров, работающих с преобразователями на средний и большой уровни 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 присоединительные разъемы (рис.3). Возле органов управления на панелях имеются надписи и условные обозначения. Ниже приводится перечень надписей, наименования и назначение органов управления:

1. СЕТЬ ВКЛ - тумблер включения ваттметра.
2. ГРУБО \blacktriangleright 0 \blacktriangleleft ТОЧНО - потенциометры для грубой и точной установки нуля.
3. \blacktriangledown - потенциометр для регулировки усиления в процессе калибровки ваттметра.
4. ВХОД - разъем для присоединения измерительного преобразователя.
5. РЕЖИМ РАБОТЫ - переключатель для переключения режимов работы.
6. \blacktriangledown 300 мВ - разъем для присоединения измерительных калибровочных преобразователей среднего и большого уровней мощности 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 В 50 Гц 400 Гц - ввод шнура питания.
13.  - клемма защитного заземления.

- PI - показание ваттметра в ваттах при максимальной мощности на входе равной $1/10$ от максимальной;
- U'_1 - напряжение на катушке РЗЭИ в вольтх при максимальной мощности на входе;
- U'_2 - напряжение на входе преобразователя в вольтх при максимальной мощности.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если составляющая основной погрешности ваттметра, обусловленная нелинейной зависимостью его показаний от уровня измеряемой мощности, не превышает $\pm 1,8\%$.

12.4.10. Определение нестабильности показаний ваттметра во времени в установившемся режиме производят следующим образом.

Ваттметр подготавливают к измерениям в соответствии с инструкцией по эксплуатации. Затем ручками установки нуля ГРУБО, ТОЧНО устанавливают показание ваттметра 5,0 мВт на пределе РУЧ Г. Сальнивает показание ваттметра через интервалы времени равные 1 мин, определяемые по секундомеру. Число интервалов времени должно быть не менее 5. Для каждого интервала времени рассчитывают нестабильность γ по формуле:

$$\gamma = \frac{\Delta P}{T}, \quad (10)$$

где γ - нестабильность показаний ваттметра во времени, в мВт/мин;
 ΔP - абсолютное значение разности между смежными показаниями в начале и в конце каждого интервала, в мВт;
 T - интервал времени, в мин.

Среднее значение нестабильности показаний ваттметра в мВт/мин определяют как среднее арифметическое для всех интервалов времени. Температура окружающего воздуха в процессе измерений должна быть неизменной в пределах $\pm 1K$ ($\pm 1^\circ C$). Контроль температуры производится термометром СП-25 ГОСТ 2045-71.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если среднее значение нестабильности показаний не превышает 0,2 мВт/мин.

12.5. Оформление результатов поверки

12.5.1. При государственной поверке положительные результаты оформляются в виде свидетельств 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.

12.5.2. При ведомственной поверке положительные результаты записываются в рабочий протокол поверки и заверяются в порядке,

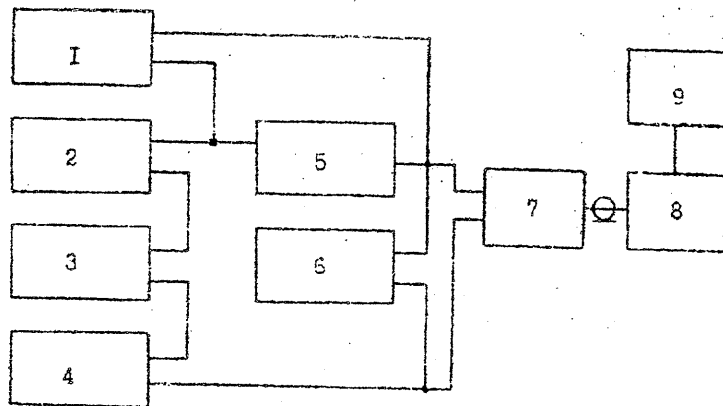


Рис.9. Схема электрическая структурная для измерения нелинейности ваттметра

- 1, 6 - вольтметры постоянного тока В7-23;
- 2, 4 - источники постоянного тока Б5-3;
- 3 - магазин сопротивлений МСР-63;
- 5 - катушка электрического сопротивления Р321 (0,1 Ом);
- 7 - шнур соединительный 4.860.156 из комплекта комбинированного 4.068.846;
- 8 - преобразователь измерительный;
- 9 - блок ваттметра измерительный Я2М-66.

Снова измеряют напряжение на катушке Р321, U_1 , напряжение на входе измерительного преобразователя, U_2 , и отсчитывают показание на табло измерительного блока, Р2.

Составляющую основной погрешности ваттметра, обусловленную нелинейной зависимостью его показаний от уровня измеряемой мощности, определяют по формуле:

$$\delta = \left(\frac{P_2 \cdot U_1 \cdot U_2}{P_1 \cdot U_1' \cdot U_2'} - 1 \right) \cdot 100\%, \quad (9)$$

- где δ - погрешность ваттметра, обусловленная нелинейностью измерительного преобразователя, %;
- P_2 - показание ваттметра в ваттах при максимальной мощности на входе;
- U_1 - напряжение на катушке Р321 в вольтах при уровне мощности на входе равной 1/10 от максимальной;
- U_2 - напряжение на входе преобразователя в вольтах при уровне мощности равной 1/10 от максимальной;

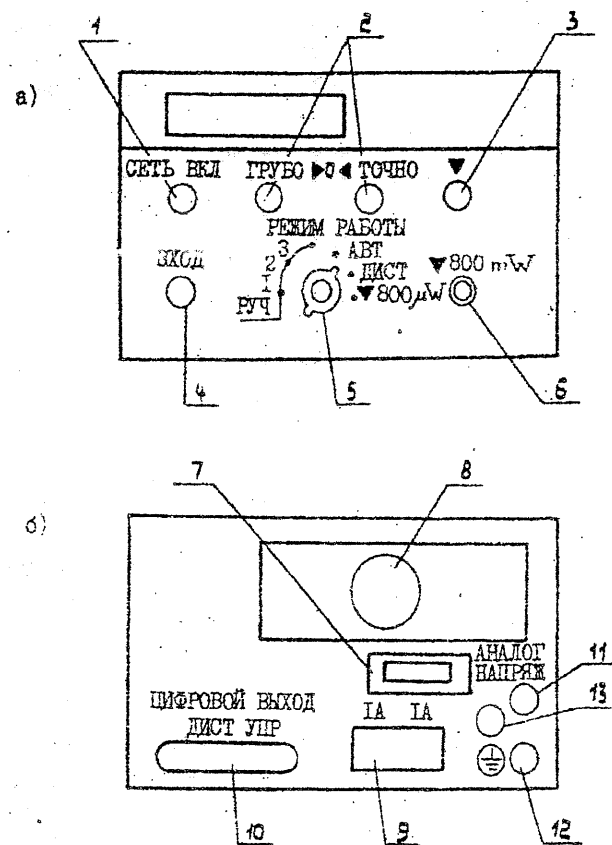


Рис.3. Расположение органов управления на передней (а) и задней (б) панелях измерительного блока ваттметра

4.3. Схема электрическая принципиальная измерительного преобразователя

4.3.1. Схема электрическая принципиальная calorиметрического преобразователя 5.439.002 приведена в приложении I.

СВЧ сигнал поступает на поглощающий элемент P1 и, рассеиваясь, нагревает его. Перепад температур между поглощающим элементом и радиатором преобразователя, пропорциональный подводимой мощности, регистрируется термоэлектрическим модулем ТП1. Образованная на выходе модуля ТП1 термоЭДС с помощью кабеля подводится к контактам I и 5 розетки Ш2, смонтированной на его конце. Посредством делителя из R2 и R3 чувствительность преобразователя приводится к номинальному значению, при котором обеспечивается нормальная работа измерительного блока.

Преобразователь имеет радиатор, посредством которого увеличивается интенсивность отвода тепла от корпуса преобразователя и, таким образом, достигается мощность рассеяния 20 Вт.

4.4. Схема электрическая соединений ваттметра

Схема электрическая соединений приведена в приложении 2.

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 цифровое печатающее 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 Ш3/У2. Посредством этого разъема и соответствующего кабеля (на рисунке 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 измерения, кроме третьего (на третьем пределе 2 В).

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 Т0.

- 4 - шнур соединительный 4.860.156 из комплекта комбинированного 4.068.846;
- 5 - проверяемый преобразователь;
- 6 - шнур соединительный 4.860.155 из комплекта комбинированного 4.068.846;
- 7 - потенциометр постоянного тока Р309.

12.4.9. Определение составляющей основной погрешности ваттметра, обусловленной нелинейной зависимостью его показаний от уровня измеряемой мощности, производят по схеме рис.9.

После подготовки приборов к измерениям на откалиброванный ваттметр подает мощность постоянного тока такого уровня, чтобы на нем установилось показание, численно равное или близкое к 1/10 от максимального уровня измеряемой мощности с данным преобразователем.

ВНИМАНИЕ! Плавная регулировка уровня мощности постоянного тока осуществляется с помощью магазина сопротивлений МСР-63. Во избежание перегрева магазина сопротивлений запрещается установка сопротивления более 0,2 Ом.

После того, как установятся показания испытуемого ваттметра, через 1,5-2 мин после подачи мощности измеряют:

напряжение на катушке Р321, U_1 ;

напряжение на входе измерительного преобразователя, U_2 .

Одновременно отсчитывают показания на цифровом табло измерительного блока ваттметра, Р1.

Затем изменяют напряжение на выходе источника постоянного тока настолько, чтобы на табло измерительного блока установилось показание, близкое к максимальному уровню измеряемой мощности с данным преобразователем.

2.236.016 (измерительная по схеме, аналогичной рис.7), используется при этом измерительную линию PI-I3A и генератор Г4-II4.

Результаты проверки коэффициента эффективности преобразователя считаются удовлетворительными, если значения коэффициента эффективности на частотах 12 и 17,85 ГГц соответствуют значениям, приведенным в формуляре.

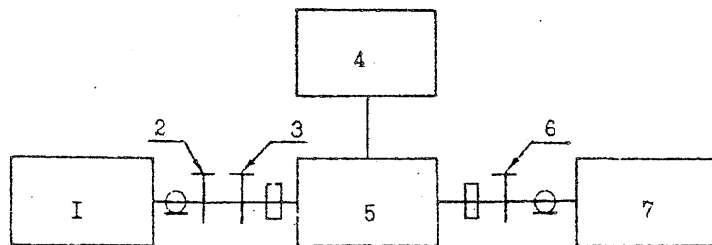


Рис.7. Схема электрическая структурная для измерения $K_{ст}$ и преобразователя с переходом 2.236.016-02 на частоте 12 ГГц

- 1 — генератор сигналов высокочастотный Г4-III;
- 2 — переход волноводно-коаксиальный 5.433.023-01 (из комплекта ваттметра МЗ-56);
- 3 — переход 17x8/16x8 из комплекта линии PI-19/I;
- 4 — измеритель отношения напряжения В8-7;
- 5 — линия измерительная PI-19/I;
- 6 — переход 2.236.016-02;
- 7 — проверяемый преобразователь.

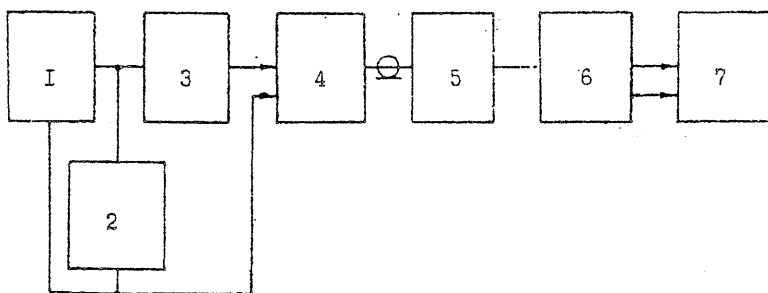


Рис.8. Схема электрическая структурная для измерения коэффициента преобразования измерительных преобразователей на постоянном токе

- 1 — источник постоянного тока Б5-6;
- 2 — вольтметр постоянного тока В7-23;
- 3 — магазин сопротивлений МСР-63 (50 Ом);

В задний вывод измерительного блока вмонтирован радиоламповый счетчик времени (ресурсомер) типа ЗСВ-2,5-12,6, предназначенный для определения суммарного времени наработки ваттметра при его настройке, испытаниях и эксплуатации. Отсчет наработанного времени производится по делениям шкалы, против которого находится менiskus правого столбика ртути.

Если зазор между двумя столбиками ртути переместился на 90-95% (не более) всей шкалы, нужно изменить направление отчета 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 Т0.

4.5.2. Конструкция измерительного преобразователя

Измерительный преобразователь 5.439.002 (приложение 3) состоит из отрезка коаксиальной линии со стандартным коаксиальным разъемом типа III вариант I по ГОСТ 13317-80, поглощающего элемента цилиндрической формы с согласующим экраном, термоэлектрического модуля, "тела сравнения" и радиатора.

Поглощающий элемент представляет собой тонкопленочный резистор на теплопроводящей (бериллиевой) керамике.

Центральным проводником коаксиального трайта служит тонкостенная токопроводящая трубка с целью исключения теплового воздействия внешней среды на поглощающий элемент. Поглощающий элемент имеет электрический контакт с центральным проводником, другой его конец впаян в согласующий экран. 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 месте пайки поглощающего элемента, а "холодные" спаи — с "телом сравнения". Внешний и внутренний экраны предназначены для защиты термоэлектрического модуля от случайных внешних тепловых воздействий. Внешний экран служит одновременно радиатором. Посредством радиатора увеличивается мощность рассеяния преобразователя до 20 Вт.

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. Наименование, номер чертежа и год изготовления преобразователя нанесены на планке, прикрепленной к радиатору.

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 радиаторе преобразователя.

6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

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

6.2. При внешнем осмотре необходимо проверить:

- сохранность пломб. Повреждение пломб потребителем является нарушением правил эксплуатации;
- 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 от непосредственного попадания атмосферных осадков в виде дождя и снега, то есть работать в закрытом помещении или временном укрытии (в палатке, под навесом).

- U_2 - показание вольтметра В7-23 в вольтах после подачи на преобразователь СВЧ мощности;
- α - коэффициент передачи калибратора мощности М1-9А на частоте 12 ГГц, записывается из свидетельства о поверке калибратора;
- $|\Gamma_{пр}|$ - модуль коэффициента отражения преобразователя с переходом 2.236.016-02
- $K_{пр}$ - коэффициент преобразования измерительного преобразователя на постоянном токе, мВ/Вт.

Модуль коэффициента отражения преобразователя с переходом 2.236.016-02 определяется по формуле:

$$|\Gamma_{пр}| = \frac{K_{стУ} - 1}{K_{стУ} + 1}$$

где $K_{стУ}$ - коэффициент стоячей волны преобразователя с переходом 2.236.016-02. $K_{стУ}$ измеряют с помощью измерительной линии П1-19/1 по схеме рис.7.

Коэффициент преобразователя определяется по схеме рис.8.

Порядок измерения коэффициента преобразования следующий:

На магазине МСР-63 устанавливают сопротивление 50 Ом. От источника постоянного тока Б5-8 подают напряжение около 4,5 В и производят его измерение вольтметром В7-23. Затем производят измерение напряжения на выходе преобразователя с помощью потенциометра Р309.

Коэффициент преобразования измерительного преобразователя на постоянном токе $K_{пр}$ определяется по формуле:

$$K_{пр} = \frac{200E}{U} \text{ мВ/Вт}, \quad (8)$$

где E - напряжение, измеренное потенциометром Р309, в мВ;

U - напряжение постоянного тока, измеренное вольтметром В7-23, в В.

Проверку коэффициента эффективности преобразователя на частоте 17,85 ГГц выполняют при уровне СВЧ мощности около 3 мВт по схеме, аналогичной схеме проверки на частоте 12 ГГц, с тем отличием, что вместо калибратора М1-9А и генератора Г4-III используется калибратор М1-10А и генератор Г4-III4. Переход Э2-109 при этом не используется. К калибратору проверяемый преобразователь присоединяется через переход 2.236.016-03 (из комплекта комбинированного 4.068.846). В формулу для подсчета коэффициента эффективности подставляются значения $K_{эат}$ из аттестата на переход 2.236.016-03 и $\Gamma_{пр}$ - коэффициент отражения преобразователя с переходом

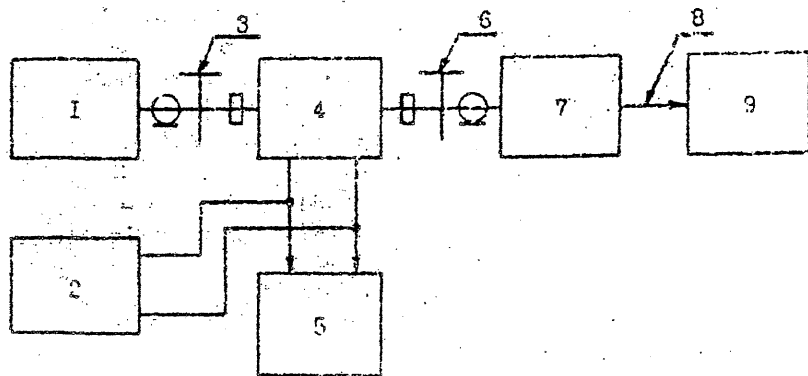


Рис. 8. Схема электрическая структурная для измерения коэффициента эффективности измерительного преобразователя на частоте 12 ГГц

- 1 - генератор высокочастотный Г4-111;
- 2 - вольтметр постоянного тока В7-23;
- 3 - переход 32-109 из комплекта Г4-111;
- 4 - калибратор СВЧ мощности М1-9А с его волноводным переходом 17х8/16х8 на входе;
- 5 - измерительный блок ваттметра М3-22;
- 6 - переход 2.236.016-02 из комплекта комбинированного 4.068.846;
- 7 - преобразователь измерительный;
- 8 - шнур соединительный 4.860.155 из комплекта комбинированного 4.068.846;
- 9 - потенциометр постоянного тока Р309.

Коэффициент эффективности $K_э$ вычисляется по формуле:

$$K_э = \frac{E \cdot K_{зат} \cdot R_{т.с}}{(U_1^2 - U_2^2) \cdot (1 - |\Gamma_{пц}|^2) \cdot K_{пр}} \quad (7)$$

- где $K_э$ - коэффициент эффективности;
- E - напряжение, измеренное на выходе преобразователя, мВ;
- $K_{зат}$ - коэффициент затухания перехода 2.236.016-02, записывается из аттестата на переход;
- $R_{т.с}$ - сопротивление рабочего термистора измерительного преобразователя калибратора мощности, Ом, записывается из паспорта на калибратор;
- U_1 - показание вольтметра В7-23 в вольтах до подачи на преобразователь СВЧ мощности;

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



В процессе эксплуатации показания счетчика периодически через каждые 3 месяца записываются в формуляр.

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

7. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

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

7.2. В приборе имеются постоянное и переменное напряжение 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 линии защитного заземления допускается 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 ЯЗМ-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 заземлены ли измерительный блок ваттметра.

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

8.5. Присоединить к измерительному блоку приемный преобразователь.

8.6. Установить переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ в положение АВТ.

8.7. Включить соединительный шнур измерительного блока 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. 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 I, 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 на табло должно устанавливаться показание ручками ГРУБО, ТОЧНО:

000,0 мW на пределе РУЧ I;

0000 мW на пределе РУЧ 2;

00,00 W на пределе РУЧ 3.

9.1.5. Осуществляют калибровку ваттметра. Для этого следует: перевести переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ в положение АВТ или РУЧ 2;

присоединить к разъему ▼ 800 мW на передней панели измерительного блока преобразователь и, поворачивая ручку потенциометра (▼), установить показание 800 мВт. При этом делается выдержка порядка 10-20 с с момента присоединения преобразователя;

отсоединить преобразователь от разъема ▼ 800 мW 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 I, РУЧ 2, РУЧ 3) соответственно 0,3-3,0-20,0 Вт;

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

12.4.7. Определение годности ваттметра по основной погрешности производится путем поэлементной проверки. При этом проверяются следующие составляющие основной погрешности ваттметра: погрешность измерительного блока, погрешность калибровки от востроенного калибратора, отклонение коэффициента эффективности измерительного преобразователя от номинального значения, погрешность, обусловленная нелинейной зависимостью показаний от уровня входной мощности, нестабильность показаний ваттметра. Первые две погрешности определяются при проверке блока измерительного И2М-66. Остальные погрешности определяются при проверке ваттметра.

Ваттметр считается годным по основной погрешности, если составляющие основной погрешности не превышают значений, приведенных в разделе II технического описания 2.720.056 Т0, и значений, приведенных в табл.7.

12.4.8. Проверку коэффициента эффективности измерительного преобразователя производят по схеме рис.6. Проверку преобразователя на частоте 12 ПГц осуществляют с помощью калибратора М1-9А, с целью повышения точности измерений используют цифровой вольтметр постоянного тока В7-23, которым измеряется напряжение постоянного тока на рабочем термисторе преобразователя СВЧ калибратора.

Последовательность проведения измерений следующая.

После подготовки приборов к измерениям производят измерение напряжения на рабочем термисторе преобразователя СВЧ калибратора, U_1 , в вольтах. Затем на вход калибратора М1-9А подается такой уровень мощности, чтобы показание прибора М3-22 было около 3 мВт. Через 20 с после подачи СВЧ мощности производят измерение напряжения на рабочем термисторе СВЧ калибратора U_2 в вольтах. С помощью потенциометра Р309 производят измерение напряжения на выходе проверяемого преобразователя (Е).

Продолжение табл.9

Тип перехода и частота, на которой производится проверка Ксту . ГГц	Позиция по схеме рис.5			
	I - генератор	2 - переход	3 - переход	4 - линия измерительная
5.433.023 -01 I6x8/67x3 I2,05; I4; I6,7	Г4-III	Э2-IO9 из комплекта Г4-III	отсутствует	PI-I9

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если величины Ксту преобразователя с переходами не превышают значений, приведенных в табл.7.

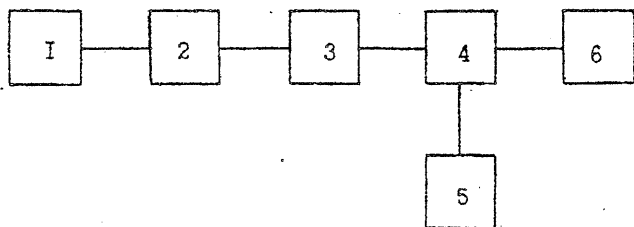


Рис.5. Схема электрическая структурная для проверки Ксту измерительного преобразователя в диапазоне частот 3-17,85 ГГц

- 1 - генератор сигналов высокочастотный Г4-III, Г4-80, Г4-8I;
- 2 - кабель высокочастотный из комплекта генератора Г4-III;
- 3 - переход коаксиальный 5.433.008 из комплекта PI-34;
- 4 - линия измерительная PI-34;
- 5 - измеритель отношения напряжений В8-7;
- 6 - проверяемый преобразователь.

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 20 Вт.

При этом:

$$P_{cp} = P_n \cdot F \cdot T,$$

где P_{cp} - средняя мощность импульсно-модулированного сигнала, Вт;

P_n - импульсная мощность, Вт;

F - частота импульсов, Гц;

T - 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 10-15 с отсчитать показание цифрового табло блока Я2М-66. После этого определить значение измеряемой мощности по формуле:

$$P_{изм} = \frac{P_x}{K_{\epsilon}(1 - |\Gamma_{пр}|^2)} \quad (3)$$

где P_x - показание цифрового табло блока Я2М-66;

K_{ϵ} - коэффициент эффективности, берется из формуляра на ваттметр для соответствующей частоты;

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

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

$$|\Gamma_{пр}| = \frac{K_{сту} - I}{K_{сту} + I} \quad (4)$$

где $K_{сту}$ - коэффициент стоячей волны преобразователя.

Примечание. Если при измерениях используются коаксиальные и волноводно-коаксиальные переходы, значение коэффициента эффективности с переходами (K_{ϵ}) вычисляется по формуле $K_{\epsilon} = K_{\epsilon} - a(4a)$, где K_{ϵ} - значение коэффициента эффективности измерительного преобразователя, указанное в формуляре ваттметра для соответствующего диапазона частот;

$a = 0$ - при проверке с переходами 5.433.020-0I и 5.433.02I-0I в диапазоне частот от 0 до 4 ГГц;

- a = 0,01 - при проверке с переходом 5.433.021-01 на частотах выше 4 до 10 ГГц;
- a = 0,03 - при проверке с переходом 5.433.022-01 на частотах от 8,24 до 12,05 ГГц;
- a = 0,02 - при проверке с переходом 5.433.023-01 на частотах выше 12,05 до 17,44 ГГц.

Значения $|\Gamma_{пр}|$ принимаются равными:

- 0,149 (Кст U =1,35) с переходом 5.433.020-01 в диапазоне частот от 0 до 4 ГГц;
- 0,167 (Кст U =1,4) с переходом 5.433.021-01 в диапазоне частот от 0 до 10 ГГц;
- 0,23 (Кст U =1,6) с переходом 5.433.022-01 в диапазоне частот 8,24-12,05 ГГц;
- 0,286 (Кст U =1,8) с переходом 5.433.023-01 в диапазоне 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 установить в положение РУЧ 3.

Оператору следует помнить, что в процессе измерений при непосредственном подключении 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 эту погрешность, необходимо значение измеряемой мощности определить по формуле:

$$P_{изм} = \frac{P_x(1 - \Gamma_{г}\Gamma_{пр})^2}{(1 - |\Gamma_{пр}|^2) \cdot K_э} \quad (5)$$

Где $\Gamma_{г}$, $\Gamma_{пр}$ - комплексные значения коэффициентов отражения генератора и преобразователя на измеряемой частоте.

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

При этом погрешность рассогласования составит

$$\delta_{рас} = 1 - 2|\Gamma_{г}| \cdot |\Gamma_{пр}| \quad (6)$$

Значение модуля коэффициента отражения генератора вычисляется по формуле (4), где Кст U берется из документации на генератор.

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

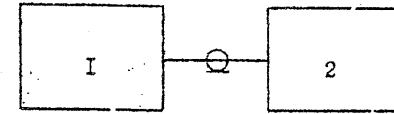


Рис.4. Схема электрическая структурная для проверки Ксту в диапазоне частот 0,02-1,25 ГГц
I - измеритель Ксту панорамный РК2-47;
2 - проверяемый преобразователь

12.4.6. Определение Ксту измерительного преобразователя с переходом 5.433.020-01 на частотах 0,15 и 1 ГГц производится по структурной схеме рис.4, где поз.2 - преобразователь с переходом. Определение Ксту преобразователя с переходами на частотах 3; 5,5; 8,24; 10; 12,05; 14; 16,7 ГГц производится по структурной схеме рис.5, в которой 5 - измеритель отношения напряжений В8-7; 6 - измерительный преобразователь с соответствующими переходами, а остальные приборы приведены в табл.9.

Таблица 9

Тип перехода и частота, на которой производится проверка Ксту, ГГц	Позиции по схеме рис.5			
	I - генератор	2 - переход	3 - переход	4 - линия измерительная
5.433.020-01 $\sqrt{16}x7/\sqrt{7}x3$ 3	Г4-80	Э2-13 из комплекта Г4-80	Э2-7/1 из комплекта PI-22	PI-22
5.433.021-01 $\sqrt{10}x4,34/\sqrt{7}x3$ 3	Г4-80	отсутствует	отсутствует	PI-3
5,5 10	Г4-81 Г4-83	отсутствует	отсутствует	PI-3 PI-3
5.433.022-01 $23x10/\sqrt{7}x3$ 8,24; 10; 12,05	Г4-III	Э2-108 из комплекта Г4-III	отсутствует	PI-20

12.4. Проведение поверки

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

12.4.1. До начала поверки ваттметра производится поверка измерительного блока Я2М-66 на соответствие разделу II технического описания 2.720.056 ТО.

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

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

в преобразователе $5,28^{+0,16}$;

в переходах 5.433.020-01, 5.433.021-01, 5.433.022-01,

5.433.023-01 со стороны розетки $5,26_{-0,16}$;

в переходе 5.433.020-01 со стороны вилки $8,24^{+0,14}$;

в переходе 5.433.021-01 со стороны вилки $9,5^{+0,06}_{-0,10}$.

Проверку указанных размеров проводить с помощью индикатора ИЧ10 с наконечником 8739-5010 из комплекта комбинированного 4.058.846. Проверку присоединительных размеров фланцев волноводно-коаксиальных переходов и соосности преобразователя проводить 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.

12.4.4. Опробование работы ваттметра производится по пп.9.1.1.-9.1.5. для оценки его исправности без применения средств поверки.

12.4.5. Определение Кст U преобразователя производится с помощью панорамного измерителя Кст U РК2-47 (рис.4) в диапазоне частот 0,02-1,25 ГГц и с помощью измерительной линии Р1-34 (рис.5) в диапазоне частот 3-17,85 ГГц. В табл.7 приведены частоты, на которых производится проверка Кст U.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если Кст U не превышает 1,15 в диапазоне частот до 3 ГГц, 1,3 - в диапазоне частот свыше 3 до 12 ГГц и 1,4 - в диапазоне частот свыше 12 до 17,85 ГГц.

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, то есть не более 20 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 как гарантийных, так и негарантийных 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 ТО.

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.

10.6. Этикетка (сопроводительный документ), которая поставляется с отремонтированным преобразователем, содержит основные показатели и сведения, необходимые для дальнейшей эксплуатации изделия, поэтому при получении преобразователя из ремонта этикетку необходимо вклеить в формуляр прибора.

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

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
При включении ваттметра в сеть не устанавливается нуль на цифровом табло, не калибруется ваттметр	1. Неисправен кабель, с помощью которого присоединяется преобразователь	Проверить исправность соединительного кабеля, используя при этом схему электрических соединений (приложение 2). Устранить неисправность.
	2. 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.
	3. Неисправен измерительный блок	Провести проверку в соответствии с ТО на измерительный блок и устранить неисправность

II. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

II.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 крепления узлов, состояние гаек, контактов, качество работы переключателей, удаляют пыль и коррозию.

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики средств поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	Пределы изменения	Погрешность		
Комплект комбинированный	-	-	4.068.846	Поставляется для поверочных органов
Катушка электрического сопротивления	0,1 Ом	$\pm 0,01\%$	P-32I	
Источник постоянного тока	U = 0-50 В I = 0-2 А	-	B5-8	
Секундомер ГОСТ 5072-72	I с -30 мин	0,2 с		
Термометр	10-40°C	0,2°C	СП-25	

12.3. Условия поверки и подготовка к ней

12.3.1. 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.);
напряжение сети питания $220 \pm 4,4$ В частотой $50 \pm 0,5$ Гц и содержанием гармоник до 5%.

12.3.2. Подготовка к поверке производится в соответствии с пп.8.1-8.7.

Продолжение табл. 9

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики средств поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	Пределы измерения	Погрешность		
Ваттметр поглощаемой мощности	$1,2 \cdot 10^{-3}$ - $6 \cdot 10^{-3}$ Вт		МЗ-22	Измерительный блок
Потенциометр постоянного тока	Чувствительность $2 \cdot 10^{-8}$ В	0,1%	Р309	
Вольтметр постоянного тока	0-10 В	$\pm 0,05\%$	В7-23	
Измеритель отношения напряжений	Чувствительность 0,7-1 мкВ (0,15-20 кГц)	$\pm 1,5\%$	В8-7	
Магазин сопротивлений	0-500 Ом	$\pm 0,1\%$	МСР-63	
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 4-5,6 ГГц	Установки частоты $\pm 0,5\%$	Г4-81	
Большой микроскоп инструментальный	0-30 мм	$\pm 0,005$ мм	БМИ или УИМ-21 или ДИП-1	
Индикатор	0-10 мм	кл. I	ИЧ10	
Стойка ГОСТ 10197-70	-	-	С-1У-8-160x100	
Призма ГОСТ 5641-82	-	-	Ш-2-2	2 шт.

II.2. Порядок проведения профилактических работ.

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

II.3. После проведения профилактических работ ваттметр направляют в поверку.

12. УКАЗАНИЯ ПО ПОВЕРКЕ

12.1. Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки ваттметра поглощаемой мощности МЗ-56 при его эксплуатации.

12.2. Операции и средства поверки

12.2.1. 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	Поворачиваемые отметки, ГГц	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				Образцовые	Вспомогательные
12.4.1	Поверка измерительного блока Я2М-66	-	-	-	-
12.4.2	Внешний осмотр	-	-	-	-
12.4.3	Проверка присоединительных размеров преобразователя и переходов и несоосности преобразователя и переходов	-	-	БМИ или УИМ-2I или ДИП-I	ИЧЮ кл. I Стойка С-IV-8-160x100 ГОСТ 10197-70 Призма ПI-2-2 ГОСТ 5641-82 - 2 шт. Наконечник 8739--5010
12.4.4	Опробование Определение метрологических параметров	-	-	-	-
12.4.5	Кст U измерительного преоб-	0,02 0,3	1,15 1,15	-	ПК2-47,

Продолжение табл.8

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики средств поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	Пределы изменения	Погрешность		
Линия измерительная	Диапазон частот 17,44-25,86 ГГц	± 5%	PI-13A	
Линия измерительная	Диапазон частот 12,05-17,44 ГГц	± 5%	PI-19	
Линия измерительная	Диапазон частот 11,55-16,66 ГГц	± 5%	PI-19/I	
Линия измерительная	Диапазон частот 2,5-10,35 ГГц	± 10%	PI-3	
Линия измерительная	Диапазон частот 8,24-12,05 ГГц	± 5%	PI-20	
Линия измерительная	Диапазон частот 1-7,5 ГГц	± 5%	PI-22	
Калибратор мощности	Диапазон частот 12-16,7 ГГц	± 1,5%	MI-9A	
Калибратор мощности	Диапазон частот 16,7-25,86 ГГц	± 1,5%	MI-10A	

2. Вместо указанных в таблице образцов и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные приборы, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

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

12.2.2. Основные технические характеристики образцовых и вспомогательных средств поверки приведены в табл.8.

Таблица 8

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики средств поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	Пределы измерения	Погрешность		
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 2,56-4 ГГц	Установки частоты ±0,5%	Г4-80	
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 7,5-10,5 ГГц	Установки частоты ±0,5%	Г4-83	
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 6-18 ГГц	Установки частоты ±0,5%	Г4-III	
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 16,35-25,8 ГГц	Установки частоты ±0,1%	Г4-II4	
Измеритель Кст U панорамный	Диапазон частот 0,02-1,25 ГГц	Кст U, %	PK2-47	

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Повторяемые отметки, ГГц	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				Образцовые	Вспомогательные
12.4.6	Кст U измерительного преобразователя с переходами	3	I,15		PI-34, B8-7, Г4-III, Г4-80, Г4-8I
		10	I,3		
		12	I,3		
		14	I,4		
		16	I,4		
		17,85	I,4		
		0,15	I,35		
		I	I,35		
		3	I,35		
		3	I,4		
5,5	I,4				
10	I,4				
8,24	I,6				
10	I,6				
12,05	I,6				

Продолжение табл.7

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поворачиваемые отметки, ГГц	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				Образцовые	Вспомогательные
I2.4.8	5.433.023-01 I6x3/17x3 Коэффициент эффективности преобразователя	I2,05 I4 I6,7	I,8 I,8 I,8		из комплекта Г4-III
					PI-29, B8-7, Г4-III, переход Э2-109 из комплекта Г4-III
					MI-9A, Г4-III, B7-23, M3-22, P309, B5-8, B8-7, PI-I9/I MCP-63, Поверочный комплект 4.063.846
		I2,0	0,96-I,06	MI-10A Г4-II4, B7-23, M3-22, P309, B8-7, PI-I3A MCP-63, B5-8.	
		I7,85	0,93-I,05		

Продолжение табл.7

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поворачиваемые отметки, ГГц	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				Образцовые	Вспомогательные
I2.4.9	Составляющая основной погрешности, обусловленная нелинейной зависимостью показаний ваттметра от уровня измеряемой мощности	-	±I,8%	B7-23 (2 шт.)	поверочный комплект 4.063.846 MCP-63, P32I, B5-8 (2 шт.)
I2.4.I0	Нестабильность показаний ваттметра	-	0,2 $\frac{\text{мВт}}{\text{мин}}$		Секундомер I с - 30 мин Термометр СП-25

Примечания. I. Поверку прибора по п. I2.4.6 производить при выпуске из производства и после ремонта измерительных преобразователей или переходов. Поверку прибора по остальным пунктам, приведенным в табл.7, производить при выпуске из производства, после ремонта, при эксплуатации и хранения.