

МЗ-93

**ВАТТМЕТР ПОГЛОЩАЕМОЙ
МОЩНОСТИ**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

1.401.015 ТО

Внешний вид ваттметра поглощаемой
мощности МЗ-93

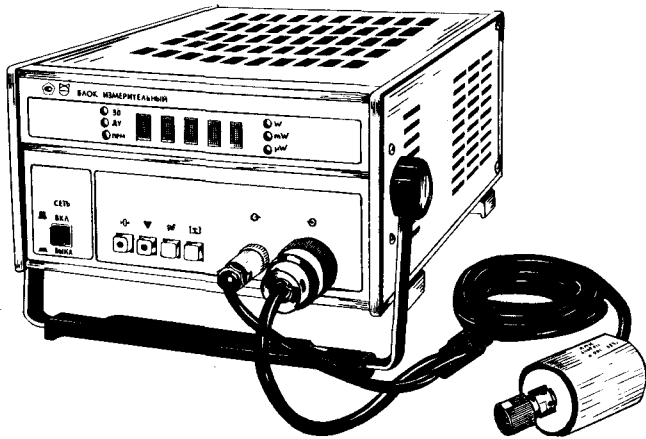


Рис. I

I. НАЗНАЧЕНИЕ

I.1. Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-93 (ваттметр) предназначен для измерения среднего значения мощности непрерывных и импульсно-модулированных сигналов СВЧ.

I.2. Рабочие условия эксплуатации ваттметра:

температура окружающего воздуха от минус 30 до плюс 50°C;
относительная влажность воздуха до 95% при температуре 30°C;

атмосферное давление 60-104 кПа (450-780 мм рт.ст.);

напряжение питающей сети (220±22)В, частотой (50±1)Гц;
напряжение (220±22)В и (115±5,8)В, частотой (400±10)Гц.

I.3. Ваттметр обеспечивает возможность работы в автоматизированной измерительной системе через канал общего пользования (КОП).

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Основная погрешность ваттметра δ без учета погрешности рассогласования и погрешности дополнительных переходов не превышает значений, рассчитанных по формулам, %:

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

в диапазоне частот от 0 до 12 ГГц;

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

в диапазоне частот свыше 12 до 17,85 ГГц,

где P_k - максимальное значение установленного поддиапазона измерения мощности (2 поддиапазон - 20,00 мВт; 3 поддиапазон - 120,0 мВт; 4 поддиапазон - 1,000 Вт);

P_x - показание ваттметра, мВт, Вт.

2.2. Основная погрешность ваттметра δ' при работе с дополнительными переходами, входящими в комплект ваттметра, не должна превышать значений, указанных в табл. I.

Таблица I

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

Примечание. Основная погрешность ваттметра при работе с переходом коаксиальным 5.433.021-01 (переходом 5.433.021-01) не нормируется.

2.3. Диапазон измерения средних значений мощности от 10^{-4} до 1 Вт. 0,0001

2.4. Рабочий диапазон частот 0 - 17,85 ГГц.

2.5. Волновое сопротивление СВЧ входа ваттметра 50 Ом.

Присоединительные размеры СВЧ разъемов преобразователя приемного коаксиального ППК (ППК) и дополнительных переходов соответствует ГОСТ 13317-80 для следующих типов соединений и сечений волноводов:

тип Ш В вариант I для ППК;

тип П В и Ш Р вариант I для перехода коаксиального 5.433.020-01 (перехода 5.433.020-01);

тип IV В и Ш Р вариант I для перехода 5.433.021-01;

тип Ш Р вариант I и сечение 23x10 мм для перехода волноводно-коаксиального 5.433.022-01 (перехода 5.433.022-01);

тип Ш Р вариант I и сечение 16x8 мм для перехода волноводно-коаксиального 5.433.023-01 (перехода 5.433.023-01).

2.6. Коэффициент стоячей волны Ксв ваттметра:

в диапазоне от 0 до 3 ГГц не более 1,15;

в диапазоне от 3 до 12 ГГц не более 1,3;

в диапазоне от 12 до 17,85 ГГц не более 1,4.

2.7. Коэффициент стоячей волны Ксв ваттметра при работе с дополнительными переходами не более:

1,35 с переходом 5.433.020-01;

1,6 с переходом 5.433.021-01;

1,6 с переходом 5.433.022-01;

1,8 с переходом 5.433.023-01.

2.8. Коэффициент калибровки Кк ваттметра находится в пределах:

0,865-1,12 в диапазоне частот от 0 до 12 ГГц;

0,797-1,18 в диапазоне частот от 12 до 17,85 ГГц.

2.9. Дополнительная погрешность, вызванная изменением температуры окружающего воздуха в пределах рабочих температур, не превышает $\pm 1\%$ на каждые 10°C изменения температуры.

2.10. Время установления показаний не превышает 20 с.

2.11. Время сохранения калибровки не менее 1 ч.

2.12. Нестабильность показаний ваттметра во времени,

включая "дрейф электрического нуля"; при неизменной температуре в установившемся режиме не более $20 \frac{\text{мкВт}}{\text{мин}}$.

2.13. Предельное значение нестабильности показаний ваттметра, вызванное скачкообразным изменением температуры присоединительного фланца, не более $1 \frac{\text{мВт}}{\text{мин град}}$.

2.14. Ваттметр сохраняет значения основных параметров после воздействия в течение трех минут перегрузочной мощности 1,5 Вт.

2.15. Ваттметр устойчив к воздействию максимальной импульсной мощности 1,5 кВт при длительности импульсов не более 10 мкс и среднем значении мощности не более 1 Вт.

2.16. Ваттметр имеет аналоговый выход на нагрузку $R_n \geq 100 \text{ кОм}$ в виде напряжения постоянного тока U аналог положительной полярности на контакте 6 относительно контакта 7 разъема БЛОКИРОВКА $\odot U$, мВ:

$$U \text{ аналог} = (1 + 0,01) \cdot N \quad (3)$$

где N - показание ваттметра в единицах счета.

2.17. Ваттметр обеспечивает выдачу сигнала блокировки в виде замыкания контактов 1,2 разъема БЛОКИРОВКА $\odot U$ при превышении измеряемой мощностью уровня 1,5 Вт.

2.18. Ваттметр обеспечивает самодиагностирование на уровне функциональных узлов.

2.19. Ваттметр обеспечивает введение в результат измерения коэффициента поправки в пределах от 0,2 до 2.

2.20. Время установления рабочего режима 15 мин.

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

2.22. Питание ваттметра осуществляется от сети переменного тока напряжением (220±22) В, частотой (50±1) Гц; напряжением (220±22) В и (115±5,8) В, частотой (400±10) Гц.

2.23. Мощность, потребляемая от сети питания при номинальном напряжении, не более 38 В·А.

2.24. Ваттметр соответствует ГОСТ 26.003-80. Функциональные возможности ваттметра в части ГОСТ 26.003-80 приведены в техническом описании и инструкции по эксплуатации 5.433.034 Т0.

2.25. Нарботка на отказ T_0 не менее 15000 ч.

2.26. Гамма-процентный ресурс не менее 10000 ч при $\gamma = 90 \%$.

8.3.9. Повторную калибровку произведите после снятия мощности и коррекции нуля согласно п.8.3.8 путем кратковременного нажатия на кнопку " ▼ " .

8.3.10. В режиме дистанционного управления управление работой ваттметра осуществляется с помощью потенциальных сигналов, поступающих через КОП. При этом клавиатура БИ блокируется.

8.3.11. С разъема БЛОКИРОВКА $\text{G} \cup$, расположенного на задней панели БИ, во внешние устройства выдается аналоговое напряжение на контакте 6 относительно контакта 7.

Выдача сигнала блокировки при превышении измеряемой мощностью значения 1,5 Вт производится замыканием контактов 1, 2 разъема БЛОКИРОВКА $\text{G} \cup$.

8.3.12. Дополнительная погрешность за счет рассогласования может быть определена по методике, приведенной в приложении I.

9. ПОВЕРКА ВАТТМЕТРА

9.1. Общие сведения

9.1.1. Настоящий раздел составлен в соответствии с требованиями ГОСТ 8.392-80 "Ваттметры СВЧ малой мощности и их первичные измерительные преобразователи диапазона частот 0,03-78,33 ГГц. Методы и средства поверки".

9.1.2. Поверка ваттметра должна осуществляться один раз в 2 года.

Ваттметр обязательно подлежит внеочередной поверке после каждого вскрытия и ремонта.

9.2. Операции и средства поверки

9.2.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции и применены средства поверки, указанные в табл.4.

9.2.2. Основные технические характеристики образцовых и вспомогательных средств приведены в табл.5.

9.3. Условия поверки и подготовка к ней

9.3.1. При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$ 20 ± 5 ;
относительная влажность окружающего воздуха, %...30-80;
атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)...84-106 (630-795);
напряжение питающей сети переменного тока, В... $220 \pm 4,4$;
частота питающей сети, Гц..... $50 \pm 0,5$.

Таблица 4

Номер пункта раздела поверки	Наименование операции	Проверяемая отметка	Допускаемое значение погрешности или предельное значение определяемого параметра	Средство поверки	
				образцовое	вспомогательное
9.4.1	Внешний осмотр				
9.4.2	Проверка присоединительных размеров				
9.4.3	Опробование				
9.4.4	Определение метрологических параметров БИ				
9.4.5	Определение основной погрешности ваттметра без учета погрешности рассогласования и погрешности дополнительных переходов	0 (постоянный ток); I2 ГГц 3 мВт 10;60 мВт; 0,5 Вт 20;120 мВт; 1 Вт 17,85 ГГц 3 мВт 10;60 мВт 0,5 Вт 20;120 мВт 1 Вт	$\pm 4,56\%$ $\pm 4,1\%$ $\pm 4\%$ $\pm 6,56\%$ $\pm 6,1\%$ $\pm 6\%$	MI-I9, B7-28, P32I	Г4-III, Г4-155, ЧЗ-58, ЧЗ-6I, P483I, Б5-44, комплект комбинированный 4.068.003

Продолжение табл.4

Номер пункта раздела поверки	Наименование операции	Проверяемая отметка	Допускаемое значение погрешности или предельное значение определяемого параметра	Средство поверки	
				образцовое	вспомогательное
9.4.6	Определение основной погрешности ваттметра при работе с дополнительными переходами: с переходом 5.433.020-01	4 ГГц		MI-19, B7-28, P32I	Г4-123, Ч3-58, P483I, Б5-44, комплект комбинированный 4.068.003
		3 мВт; 10;600 мВт; 0,5 Вт 20;120 мВт; 1 Вт	$\pm 5,56\%$ $\pm 5,1\%$ $\pm 5\%$		
	с переходом 5.433.022-01	12 ГГц		MI-2I, B7-28, P32I	Г4-III, Ч3-58, P483I, Б5-44, комплект комбинированный 4.068.003
		3 мВт; 10;600 мВт; 0,5 Вт; 20;120 мВт; 1 Вт	$\pm 10,56\%$ $\pm 10,1\%$ $\pm 10\%$		

Продолжение табл.4

Номер пункта раздела поверки	Наименование операции	Проверяемая отметка	Допускаемое значение погрешности или предельное значение определяемого параметра	Средство поверки	
				образцовое	вспомогательное
	с переходом 5.433.023-01	17,44 ГГц 3 мВт; 10;60 мВт; 0,5 Вт; 20;120 мВт; 1 Вт	$\pm 15,56\%$ $\pm 15,1\%$ $\pm 15\%$	MI-22, B7-28, P32I	Г4-155, Ч3-6I, P483I, Б5-44, комплект комбинированный 4.068.003
9.4.7	Определение Кст U ваттметра	0-3 ГГц 3-12 ГГц 12-17,85 ГГц	I,15 I,3 I,4		P2-73, P2-83
9.4.8	Определение Кст U ваттметра при работе с дополнительными переходами: с переходом 5.433.020-01	0-4 ГГц	I,35		P2-73, P2-78
	с переходом 5.433.021-01	0-10 ГГц	I,6		P2-73, P2-83, переход кс-аксиальный

Продолжение табл.4

Номер пункта раздела поверки	Наименование операции	Проверяемая отметка	Допускаемое значение погрешности или предельное значение определяемого параметра	Средство поверки	
				образцовое	вспомогательное
					Э2-ИИ5/3 из комплекта Г4-III
	с переходом 5.433.022-0I	8,24-12,05 ГГц	I,6		P2-6I
	с переходом 5.433,023-0I	12,05-17,44 ГГц	I,8		P2-67

26

- Примечания: 1. Вместо указанных в таблице средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью. Вместо приборов MI-19, MI-2I, MI-22 рекомендуется использовать MI-3Б, MI-9Б.
2. Образцовые и вспомогательные средства поверки должны быть исправны и поверены в органах государственной или ведомственной метрологической службы.
3. Поверка ваттметра по пп.9.4.1, 9.4.3, 9.4.5, 9.4.7 настоящего технического описания и инструкции по эксплуатации проводится при выпуске из производства, ремонта и при периодической поверке в эксплуатации.
4. Поверка ваттметра по пп.9.4.2, 9.4.8 настоящего технического описания и инструкции по эксплуатации проводится только при выпуске ваттметра из производства и после ремонта ШПК и переходов на заводе-изготовителе.
5. Поверка ваттметра по п.9.4.4 настоящего технического описания и инструкции по эксплуатации проводится только при выпуске из производства и после ремонта БИ.
6. Поверка ваттметра по п.9.4.6 проводится только по требованию потребителя.

Таблица 5

Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
Вольтметр универсальный цифровой	0,07-8 В	$\pm 0,12 \%$	B7-28	2 шт.
Катушка электрического сопротивления измерительная	I Ом	Класс 0,01	P32I	
Источник питания постоянного тока	0,1-10 В	Нестабильность $\pm 0,1 \%$	B5-44	
Ваттметр образцовый	4-12 ГГц;	$\pm 1,3 \%$	MI-19	
	17,85 ГГц	$\pm 2 \%$	MI-19	
То же	5-20 мВт			
	12 ГГц	$\pm 3 \%$	MI-2I	
"	5-20 мВт			
	17,44 ГГц	$\pm 4,5 \%$	MI-22	
Генератор сигналов высокочастотный	5-20 мВт			
	12 ГГц	$\pm 0,1 \%$	Г4-III	Установка частоты контролируется частотомером
	5-20 мВт			

27

Продолжение табл.5

Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
Генератор сигналов высокочастотный	17,44; 17,85 ГГц, 5-20 мВт	$\pm 0,1 \%$	Г4-155	Установка частоты контролируется частотомером То же
То же	4 ГГц, 30-40 мВт	$\pm 0,1 \%$	Г4-123	
Измеритель КСВН панорамный	0,01-1,25 ГГц; Кст U = 1,07-1,2; 7/3; 16/7 мм	$\pm 6 \%$	P2-73	
То же	1,25-4 ГГц; Кст U = 1,07-1,4; 16/7 мм	$\pm 6 \%$	P2-78	
"	1,25-17,85 ГГц; Кст U = 1,07-1,4; 7/3 мм	$\pm 6 \%$	P2-83	
	8,24-12,05 ГГц; Кст U = 1,07-1,6	$\pm 7 \%$	P2-61	
	12,05-17,44 ГГц; Кст U = 1,07-1,8	$\pm 7 \%$	P2-67	
Магазин сопротивлений	0,01-10 Ом	Класс.0,05	P483I	

Продолжение табл.5

Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
Частотомер электронно-счетный автоматический	4-12 ГГц	$\pm 0,1 \%$	Ч3-58	
Частотомер электронно-счетный	17,44; 17,85 ГГц	$\pm 0,1 \%$	Ч3-61	
Переход	17,44-25,86 ГГц	-	5.433.029	Из комплекта комбинированного 4.068.003
Шнур соединительный	-	-	4.860.010	Из комплекта комбинированного 4.068.003
Перемычка	-	-	6.626.023	То же

9.3.2. Перед проведением поверки должны быть выполнены подготовительные работы, указанные в подразделе 6.3.

Средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с техническими описаниями и инструкциями по эксплуатации на них.

9.3.3. При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, указанные в разделе 7.

9.4. Проведение поверки

9.4.1. При внешнем осмотре должны быть проведены все операции, указанные в п.6.2.2.

Ваттметры, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

9.4.2. Проверку присоединительных размеров ШК и переходов производят при выпуске из производства и ремонта с помощью мерительного инструмента, обеспечивающего необходимую по ГОСТ 13317-80 точность.

9.4.3. Опробование ваттметра производится по пп.8.2.1-8.2.4.

Неисправные ваттметры бракуются и направляются в ремонт.

9.4.4. Определение метрологических параметров БИ проводится при выпуске из производства и ремонта в соответствии с разделом 9 "Поверка БИ" технического описания и инструкции по эксплуатации 5.173.034 ГО.

9.4.5. Определение основной погрешности ваттметра без учета погрешности рассогласования и погрешности дополнительных переходов производится по формуле, %:

$$\delta = \delta_f + \delta_p, \quad (5)$$

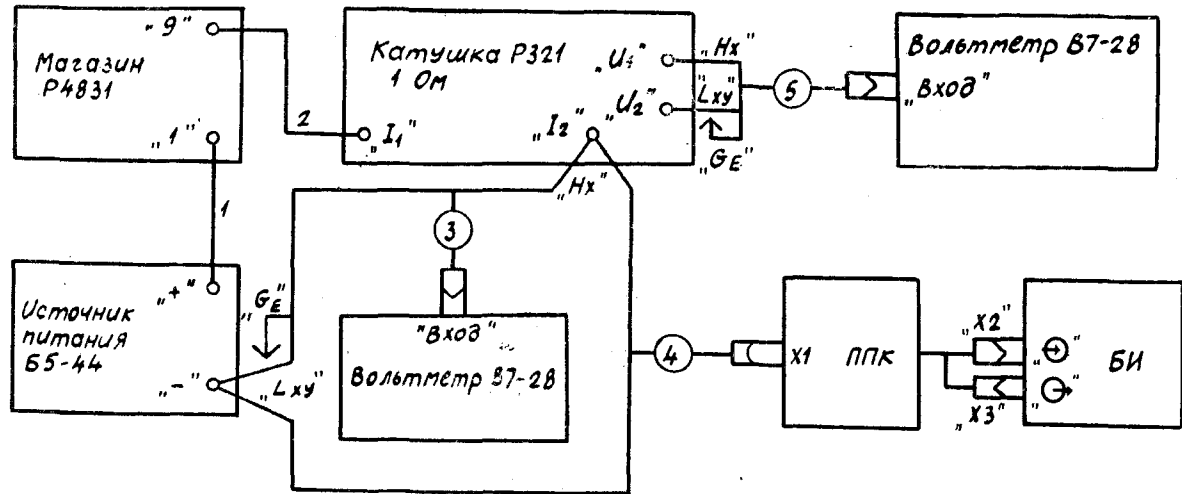
где δ_f - погрешность на опорном уровне мощности в диапазоне частот, %;

δ_p - отклонение погрешности на уровнях мощности динамического диапазона от погрешности на опорном уровне мощности, %.

Погрешность на опорном уровне мощности δ_f определяется сличением с образцовыми средствами на постоянном токе и частотах 12; 17,85 ГГц.

Определение δ_f на постоянном токе проводится по схеме электрической соединений рис.6. Приборы подготовьте к работе в соответствии с техническими описаниями и инструкциями по эксплуатации на них.

Определение δ_f на постоянном токе.
 Схема электрическая соединений



- 1, 2 - перемычка 6.626.023 из комплекта комбинированного 4.068.003;
 3, 5 - кабель входной КИ 4.853.87I из комплекта вольтметра В7-28;
 4 - шнур соединительный 4.860.010 из комплекта комбинированного 4.068.003.

Рис.6

Проведите калибровку ваттметра кратковременным нажатием кнопки "▼" БИ. После калибровки на БИ установите второй поддиапазон измерения мощности в ручном режиме и при установившихся значениях показаний, при необходимости, проведите коррекцию нуля. На табло БИ установите коэффициент поправки, равный коэффициенту K_k на постоянном токе. Значение K_k возьмите из формулы I.40I.0I5 Ф0. Затем регулировкой выходного напряжения источника питания постоянного тока Б5-44 (источник питания Б5-44) и сопротивления магазина сопротивления Р483I (магазина Р483I) установите на табло БИ показание 10-13 мВт. Для предотвращения перегрева магазина Р483I сначала произведите регулировку выходного напряжения источника питания Б5-44. Через 50-60 с зафиксируйте показание БИ и вольтметров универсальных цифровых В7-28 (вольтметров В7-28).

Погрешность δ_f на постоянном токе рассчитайте по формуле, %:

$$\delta_f = \left(\frac{P_x}{1000 \cdot U_1 \cdot U_2} - 1 \right) \cdot 100, \quad (6)$$

где P_x - показание БИ, мВт; ~

U_1 - напряжение на входе ППК, В;

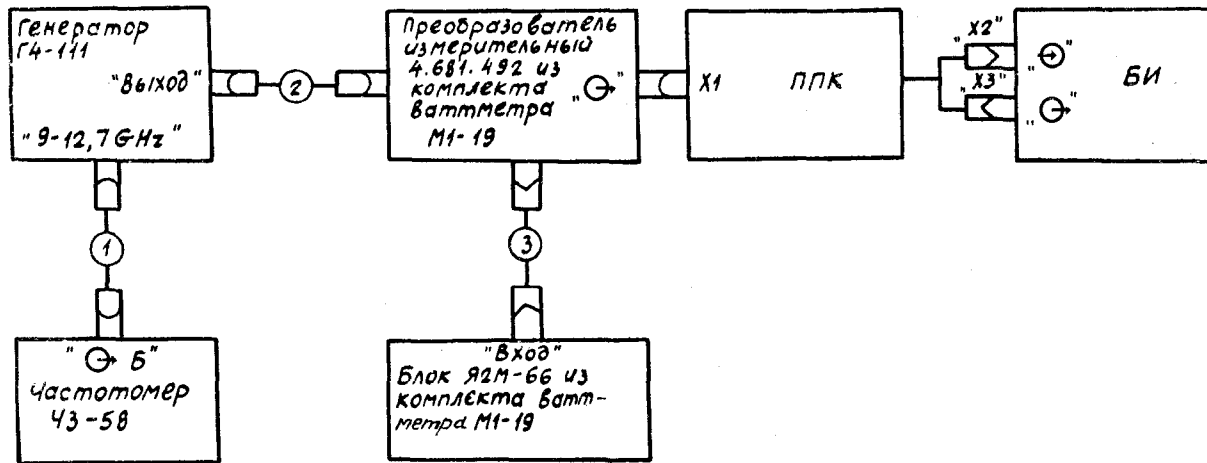
U_2 - напряжение на катушке электрического сопротивления измерительной Р32I (катушке Р32I), В.

Измерение δ_f проведите не менее трех раз, снимая мощность с ППК (отключая источник питания от схемы проверки), делают выдержку 1-2 мин и после установившихся показаний проводят, при необходимости, коррекцию нуля. За результат определения δ_f на постоянном токе примите среднее арифметическое значений, рассчитанных по формуле (6).

Определение погрешности δ_f на частоте 12 ГГц проводится по схеме электрической соединений рис.7. Приборы подготовьте к работе в соответствии с техническими описаниями и инструкциями по эксплуатации на них. Частоту выходного СВЧ сигнала генератора сигналов высокочастотного Г4-III (генератора Г4-III) установите с погрешностью не более $\pm 0,1$ % по частотомеру электронно-счетному автоматическому Ч3-58 (частотомеру Ч3-58). На табло БИ установите коэффициент поправки, равный K_k на частоте 12 ГГц. Регулировкой выходной мощности установите на табло БИ показание 10-20 мВт и через 50-60 с произведите отсчет показаний БИ и блока ваттметра измерительного Я2М-66 (блока Я2М-66). Погрешность δ_f на частоте 12 ГГц рассчитайте по формуле, %:

$$\delta_f = \left(\frac{P_x}{P_0 \cdot \alpha} - 1 \right) \cdot 100, \quad (7)$$

Определение δ_f на частоте 12 ГГц.
 Схема электрическая соединений



- 1 - кабель соединительный 4.851.350-08 Сп из комплекта частотомера ЧЗ-58;
 2 - кабель соединительный ВЧ 4.851.350-09 из комплекта генератора Г4-158;
 3 - кабель соединительный 4.854.428-01 из комплекта ваттметра М1-19.

Рис.7

где P_0 - показание блока Я2М-66 мВт;

α - приведенный коэффициент передачи преобразователя измерительного термоэлектрического 4.68I.492 (преобразователя измерительного 4.68I.492) из комплекта ваттметра образцового MI-I9 (ваттметра MI-I9) на частоте 12 ГГц.

Определение δ_f проведите не менее трех раз, перестыковывая ППК при снятой мощности с поворотом на 120° относительно первоначального положения. После перестыковки выждите 3-10 мин до установившихся показаний, при необходимости, проведите коррекцию нуля.

За результат определения δ_f на частоте 12 ГГц примите среднее арифметическое значений, рассчитанных по формуле (7).

Определение погрешности δ_f на частоте 17,85 ГГц проводится по схеме электрической соединений рис.8.

Частоту выходного СВЧ сигнала генератора сигналов высокочастотного Г4-155 (генератора Г4-155) установите с погрешностью не более $\pm 0,1\%$ по частотомеру электронно-счетному ЧЗ-6I (частотомеру ЧЗ-6I).

Методика определения δ_f на частоте 17,85 ГГц аналогична методике определения δ_f на частоте 12 ГГц. В формулу (7) подставьте значение α преобразователя измерительного 4.68I.492 для частоты 17,85 ГГц.

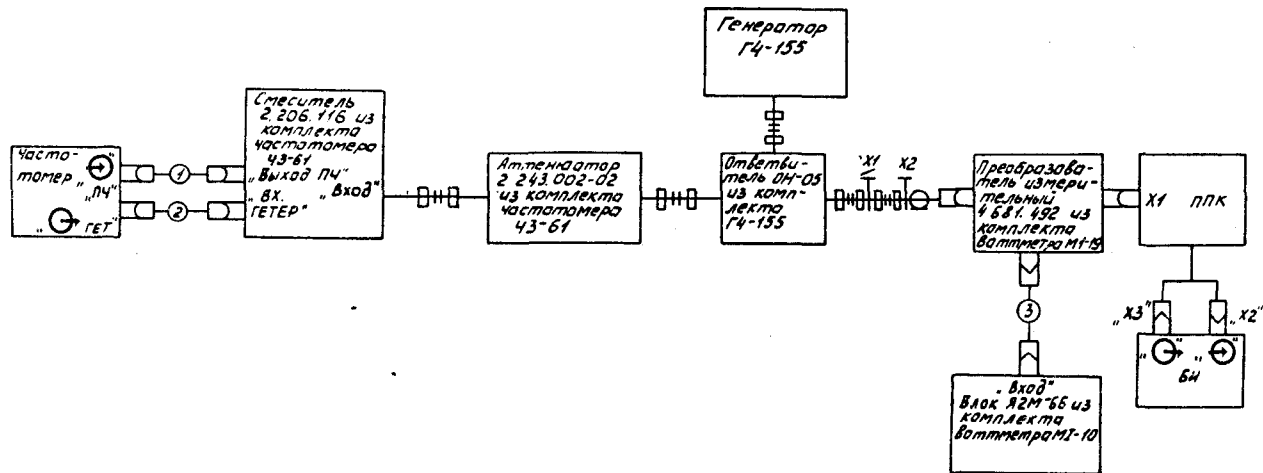
В случае отсутствия в поверочных органах ваттметра MI-I9 определение δ_f на частотах 12 и 17,85 ГГц можно проводить с помощью ваттметров проходящей мощности, состоящих из калибраторов мощности волноводных (калибраторов) MI-9, MI-10 и моста термисторного из комплекта измерителя мощности термисторного МЗ-22А, аттестованных с погрешностью $\pm 1,5\%$.

Определение δ_f проводится по схемам электрическим соединений рис.9, 10. Наличие в комплекте комбинированном 4.068.003 переходов волноводно-коаксиальных 2.236.0I6-02 и 2.236.0I6-03 (переходов 2.236.0I6-02 и 2.236.0I6-03) должно быть отдельно оговорено в заявке.

Методики определения аналогичны вышеописанным. Так как калибраторы MI-9, MI-10 имеют ослабление в основном канале около 10 дБ, допускается определять δ_f на уровне мощности 0,5-3 мВт с пересчетом в дальнейшем δ_p относительно уровня, на котором измерялась δ_f .

Погрешность δ_f на частотах 12 и 17,85 ГГц рассчитайте по

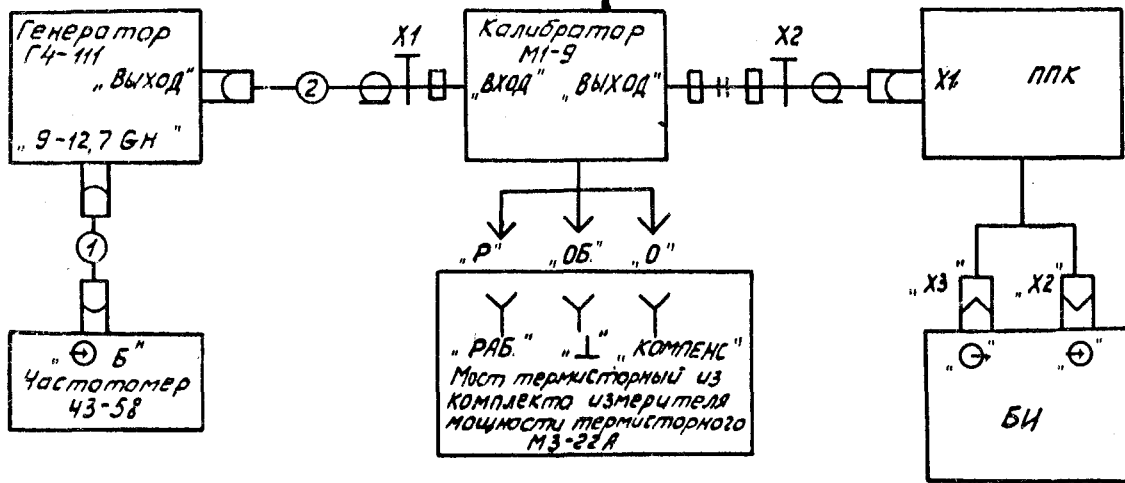
Определение δ_f на частоте 17,85 ГГц.
 Схема электрическая соединений



- XI - переход 5.433.029 из комплекта комбинированного 4.068.003;
 X2 - переход 5.433.023-01 из комплекта ваттметра;
 I, 2 - кабель соединительный ВЧ 4.851.350-08 из комплекта частотомера ЧЗ-61;
 3 - кабель соединительный 4.854.428-01 из комплекта ваттметра МТ-10.

Рис.8

Определение δ_f ваттметра на частоте 12 ГГц.
 Схема электрическая принципиальная

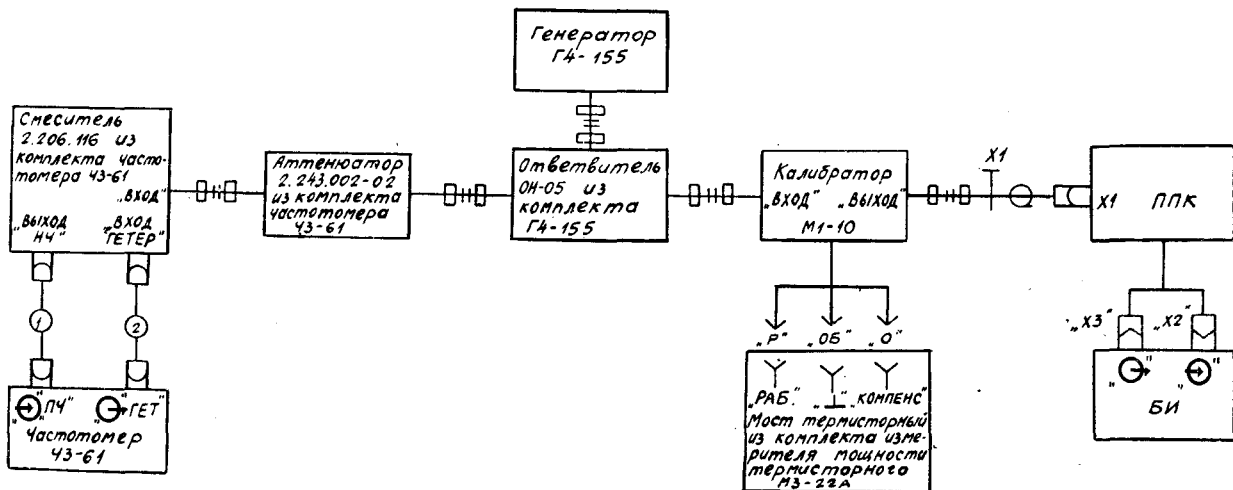


36

- XI - переход коаксиально-волноводный из комплекта генератора Г4-III;
- X2 - переход 2.236.016-02 из комплекта комбинированного 4.068.003;
- I - кабель соединительный 4.85I.350-08 Сп из комплекта частотомера Ч3-58;
- 2 - кабель высокочастотный 6.645.315 генератора Г4-III.

Рис.9

Определение δ_f ваттметра на частоте 17,85 ГГц.
 Схема электрическая соединений



37

- XI - переход 2.236.016-03 из комплекта комбинированного 4.068.003;
- I, 2 - кабель соединительный ВЧ 4.85I.350-08 из комплекта частотомера Ч3-6I.

Рис.10

формуле, %:

$$\delta_f = \left(\frac{P_x \cdot K_{зат}}{P_0 \cdot \alpha} - 1 \right) \cdot 100, \quad (8)$$

где $K_{зат}$ — коэффициент затухания перехода 2.236.016-02 или перехода 2.236.016-03 для соответствующей частоты;
 P_0 — показание моста термисторного, мВт;
 α — коэффициент передачи калибратора MI-9 или MI-10 для соответствующей частоты.

Значения $K_{зат}$ возьмите из формуляра 4.068.003 Ф0.

Определение отклонения δ_p погрешности на уровнях мощности динамического диапазона от погрешности на опорном уровне мощности проводится на постоянном токе по схеме электрической соединений (см. рис.6).

Определение проводится путем определения отклонения погрешности на уровнях мощности 3; 20; 60; 120 мВт; 0,5; 1 Вт от погрешности на опорном уровне мощности 10 мВт.

Приборы подготовьте к работе в соответствии с техническими описаниями и инструкциями по эксплуатации на них.

Методика определения δ_p аналогична методике определения на постоянном токе.

Ваттметр установите в режим автоматического переключения поддиапазонов измерения мощности и проведите коррекцию нуля по всем поддиапазнам измерения.

Введите коэффициент поправки, равный K_k на постоянном токе.

Регулировкой выходного напряжения источника Б5-44 и сопротивления магазина Р483I последовательно установите на табло БИ показания ($3 \pm 0,3$); (20 ± 1); (60 ± 3); (120 ± 6) мВт; ($0,5 \pm 0,25$); ($1 \pm 0,05$) Вт.

Для каждого уровня мощности зафиксируйте показания БИ и вольтметров В7-28. Подставляя в формулу (6) показания БИ и вольтметров В7-28 для каждого уровня мощности, определите погрешность измерения мощности постоянного тока $\delta_{p=}$ на уровнях мощности динамического диапазона.

Отклонение погрешности на уровнях мощности динамического диапазона от погрешности на опорном уровне мощности рассчитайте по формуле:

$$\delta_p = \delta_{p=} - \delta_f, \quad (9)$$

где δ_f — погрешность на опорном уровне мощности 10 мВт на постоянном токе, %.

Основную погрешность ваттметра без учета погрешности рассогласования и погрешности дополнительных переходов определите для каждой частоты и каждого уровня мощности, подставляя в формулу (5) соответствующие значения δ_f и δ_p .

Результаты испытаний по определению основной погрешности ваттметров без учета погрешности рассогласования и погрешности дополнительных переходов считаются удовлетворительными, если значения основной погрешности не превышают значений, указанных табл.6.

Таблица 6

Частота, Гц	Основная погрешность на уровнях мощности		
	3 мВт	10;60 мВт;0,5 Вт	20;120 мВт;1 Вт
0 (постоянный ток); 12	$\pm 4,56 \%$	$\pm 4,1 \%$	$\pm 4 \%$
17,85	$\pm 6,56 \%$	$\pm 6,1 \%$	$\pm 6 \%$

9.4.6. Определение основной погрешности ваттметра при работе с дополнительными переходами производится по формуле, %:

$$\delta' = \delta_f' + \delta_p, \quad (10)$$

где δ_f' - погрешность на опорном уровне мощности при работе ваттметра с дополнительными переходами, %;

δ_p - определяется по методике п.9.4.5.

Погрешность δ_f' при работе ваттметра с переходом 5.433.020-01 определяется на частоте 4 Гц по схеме электрической соединений рис. II.

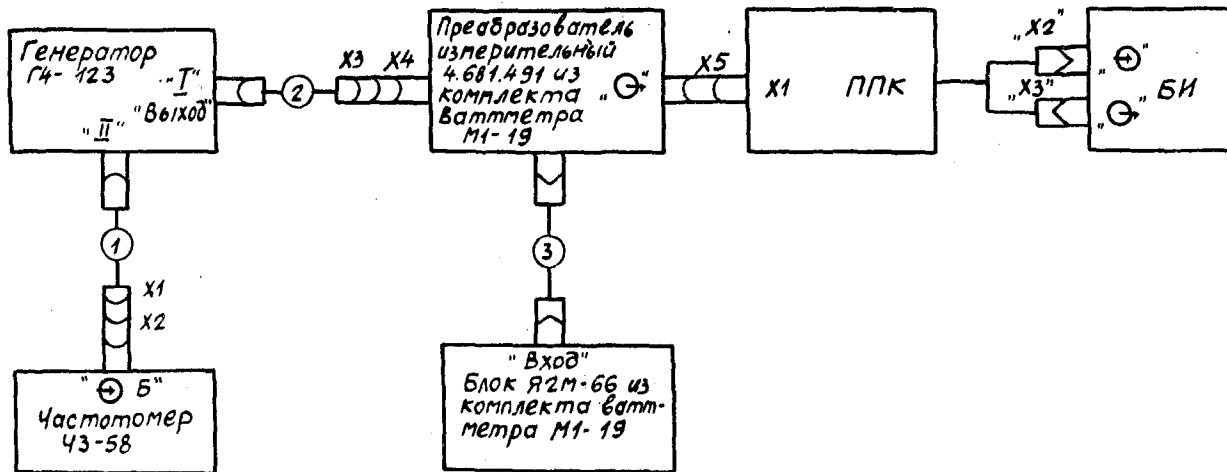
Приборы подготовьте к работе в соответствии с техническими описаниями, инструкциями по эксплуатации на них.

На БИ установите коэффициент поправки, который определите путем интерполяции значений K_k ваттметра на постоянном токе и частоте 12 Гц по формуле (4).

Частоту выходного СВЧ сигнала генератора сигналов высокочастотного Г4-123 (генератора Г4-123) установите с погрешностью не более $\pm 0,1 \%$ по частотомеру ЧЗ-58.

Регулировкой выходной мощности генератора Г4-123 установите на табло БИ показание 15-20 мВт и через 50-60 с отсчитайте показание БИ и блока Я2М-66.

Определение δ_f' ваттметра с переходом 5.433.020-01.
 Схема электрическая соединений



- X1, X3 - муфта в/ч переходная 3.640.535 из комплекта генератора Г4-123;
 X2 - переход коаксиальный Э2-ИИ5/3 из комплекта генератора Г4-III;
 X4 - переход коаксиальный Э2-ИИ5/3 из комплекта ваттметра М1-19;
 X5 - переход 5.433.020-01 из комплекта ваттметра;
 1, 2 - кабель соединительный 4.850.208 Сп из комплекта генератора Г4-123;
 3 - кабель соединительный 4.854.428-01 из комплекта ваттметра М1-19.

Рис. II

Погрешность δ_f' рассчитайте по формуле, %:

$$\delta_f' = \left(\frac{P_x}{P_0} \cdot \alpha - 1 \right) \cdot 100, \quad (II)$$

где α - приведенный коэффициент передачи преобразователя измерительного термоэлектрического 4.68I.49I (преобразователя измерительного 4.68I.49I) из комплекта ваттметра образцового MI-19 для частоты 4 ГГц.

Определение δ_f' повторите не менее трех раз, перестыковывая ШК и переход 5.433.020-0I с поворотом ШК на 60° и поворотом перехода 5.433.020-0I на 120° относительно первоначального положения. После перестыковки дождитесь установившихся показаний БИ, при необходимости, проведите коррекцию нуля. За результат определения δ_f' при работе ваттметра с переходом 5.433.020-0I примите среднее арифметическое значений, рассчитанных по формуле (II).

Определение погрешности δ_f' при работе ваттметра с переходом 5.433.022-0I проводится на частоте 12 ГГц по схеме электрической соединений рис.12.

Значение коэффициента поправки на частоте 12 ГГц возьмите из формуляра I.40I.015 40. Частоту выходного СВЧ сигнала генератора Г4-III установите с погрешностью не более $\pm 0,1$ % по частотомеру ЧЗ-58.

Методика определения δ_f'' с переходом 5.433.022-0I аналогична методике определения δ_f' с переходом 5.433.020-0I. На табло установите показание 5-10 мВт. В формулу (II) подставьте значения α преобразователя измерительного термоэлектрического 4.68I.485-0I (преобразователя измерительного 4.68I.485-0I) для частоты 12 ГГц.

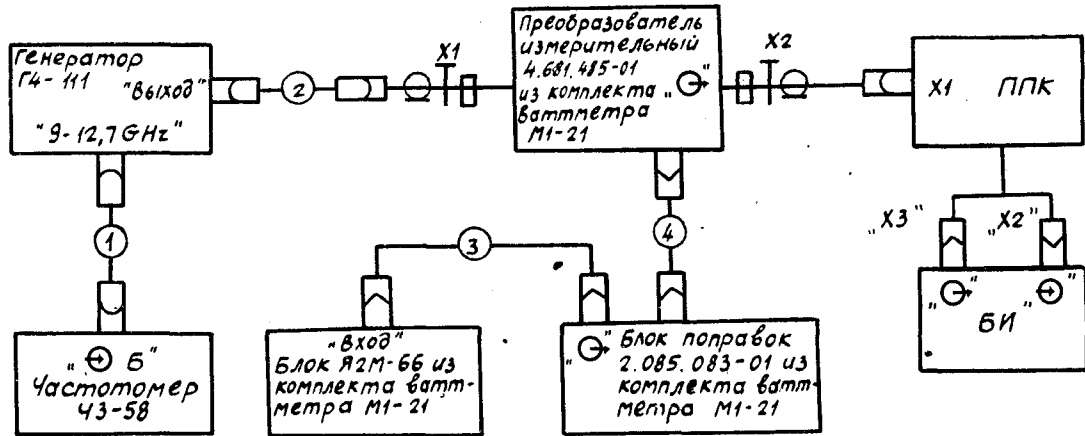
Определение δ_f' повторите не менее трех раз, перестыковывая ШК с поворотом на 120° относительно первоначального положения. После перестыковки дождитесь установившихся показаний, при необходимости, проведите коррекцию нуля.

За результат определения δ_f' при работе ваттметра с переходом 5.433.022-0I примите среднее арифметическое значений, рассчитанных по формуле (II).

Определение погрешности δ_f' при работе ваттметра с переходом 5.433.023-0I проводится на частоте 17,44 ГГц по схеме электрической соединений рис.13.

Значение коэффициента поправки на частоте 17,44 ГГц определите путем интерполяции значений K_k на частотах 12 и 17,85 ГГц.

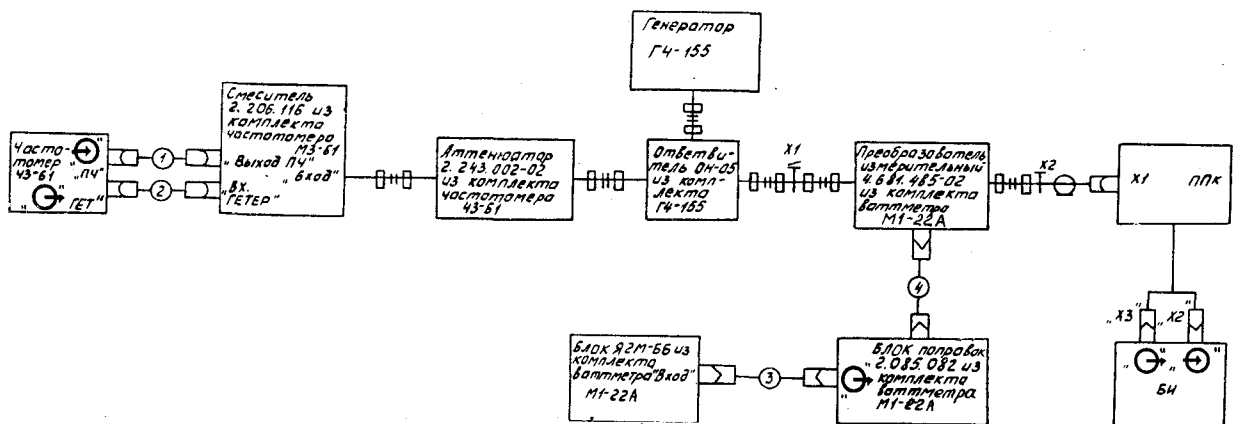
Определение δ_f ваттметра с переходом 5.433.022-01.
 Схема электрическая соединений



- X1 - переход коаксиально-волноводный Э2-108 из комплекта генератора Г4-III;
- X2 - переход 5.433.022-01 из комплекта ваттметра;
- 1 - кабель соединительный 4.851.350-08 Сп из комплекта частотомера ЧЗ-58;
- 2 - кабель высокочастотный 6.645.315 из комплекта генератора Г4-III;
- 3 - кабель соединительный 4.854.428-01 из комплекта ваттметра М1-21;
- 4 - кабель соединительный 4.854.428 из комплекта ваттметра М1-21.

Рис.12

Определение δ_f ваттметра с переходом 5.433.023-01.
 Схема электрическая соединений



- X1 - переход 5.433.029 из комплекта комбинированного 4.068.003;
- X2 - переход 5.433.023-01 из комплекта ваттметра;
- 1, 2 - кабель соединительный ВЧ 4.851.350-08 из комплекта частотомера ЧЗ-61;
- 3 - кабель соединительный 4.854.428-01 из комплекта ваттметра М1-22А;
- 4 - кабель соединительный 4.854.428 из комплекта ваттметра М1-22 А.

Рис.13

Частоту выходного СВЧ сигнала установите с погрешностью не более $\pm 0,1$ % по частотомеру ЧЗ-61.

Методика определения δ_f' с переходом 5.433.023-01 аналогична методике определения δ_f' с переходом 5.433.020-01 и 5.433.022-01. Регулировкой выходной мощности генератора Г4-155 на табло БИ установите показание 5-10 мВт. В формулу (II) подставьте значение α преобразователя измерительного термоэлектрического 4.681.485-02 (преобразователя измерительного 4.681.485-02) для частоты 17,44 ГГц.

Определение δ_f' повторите не менее трех раз, перестыковывая ПИК с поворотом на 120° по методике определения δ_f' при работе ваттметра с переходом 5.433.022-01.

За результат определения δ_f' при работе ваттметра с переходом 5.433.023-01 примите среднее арифметическое значений, рассчитанных по формуле (II).

В случае отсутствия в поверочных органах ваттметров М1-19, М1-21, М1-22А определение δ_f' можно проводить с помощью преобразователя падающей мощности Я2М-21 и калибраторов М1-8, М1-10 по схемам электрическим соединений рис.14, 15, 16.

Методики определения δ_f' аналогичны вышеописанным. Так как калибраторы М1-8 и М1-10 имеют затухание в основном канале около 10 дБ, допускается определять δ_f' на уровне мощности 0,5-3 мВт с пересчетом в дальнейшем δ_p' относительно уровня мощности, на котором измерялась δ_f' .

Погрешность δ_f' при работе ваттметра с переходами 5.433.020-01 и 5.433.023-01 рассчитайте по формуле, %:

$$\delta_f' = \left(\frac{P_x \cdot 1,005}{P_0 \cdot \alpha} - 1 \right) \cdot 100, \quad (12)$$

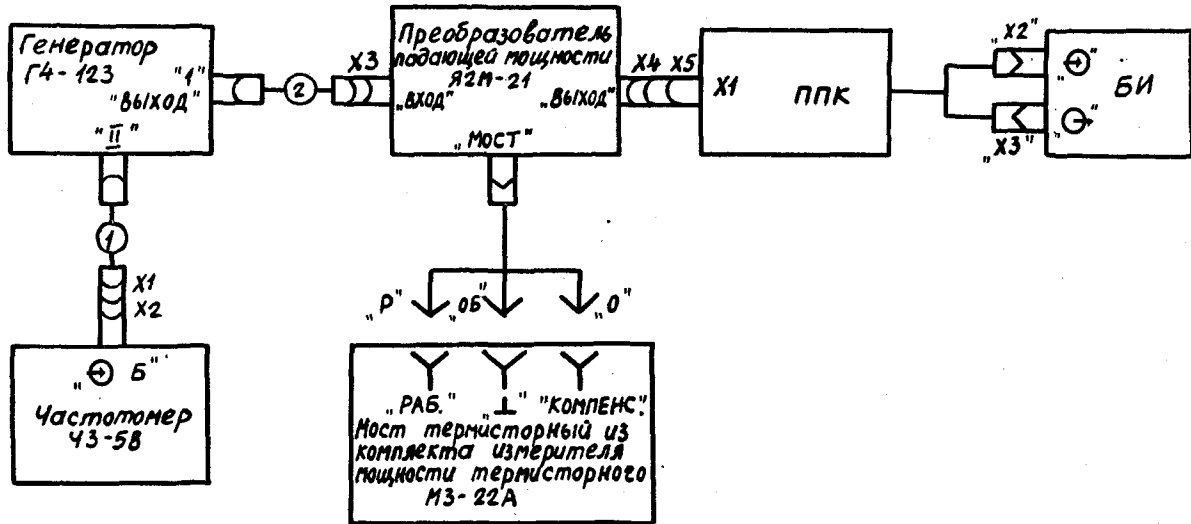
где P_0 - показание моста термисторного, мВт;

α - коэффициент передачи преобразователя падающей мощности Я2М-21 на частоте 4 ГГц или коэффициент передачи калибратора М1-10 на частоте 17,44 ГГц;

1,005 - значение коэффициентов затухания в переходе коаксиальном № 62 5.433.016 из комплекта преобразователя падающей мощности Я2М-21 и в переходе 2.236.065 из комплекта калибратора М1-10.

Погрешность δ_f' при работе ваттметра с переходом 5.433.021-01 рассчитайте по формуле (II), в которую подставьте значения α калибратора М1-8 на частоте 12 ГГц.

Определение δ ; ваттметра с переходом Б.433.020-01.
 Схема электрическая соединений

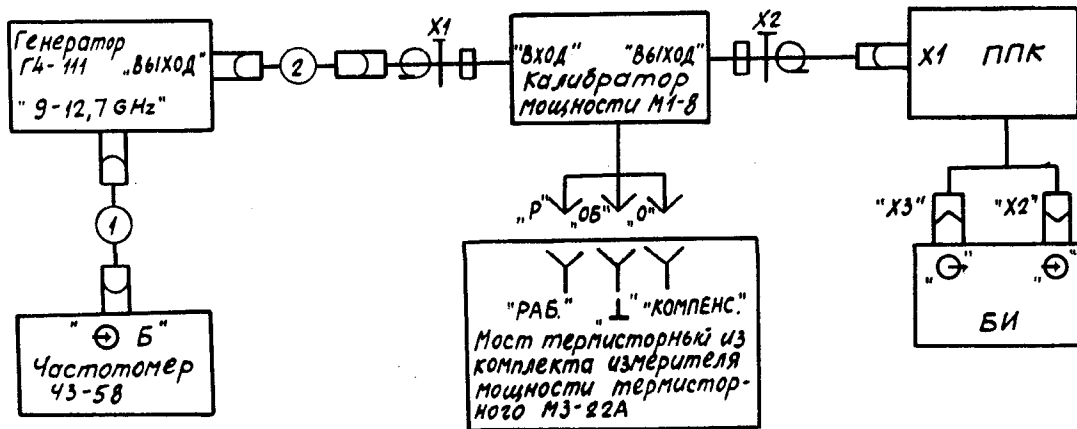


- XI, X3 - муфта в/ч переходная 3.640.535 из комплекта генератора Г4-123;
 X2 - переход коаксиальный Э2-115/3 из комплекта генератора Г4-III;
 X4 - переход коаксиальный №62 5.433.016 из комплекта преобразователя падающей мощности Я2М-21;
 X5 - переход 5.433.020-01 из комплекта ваттметра;
 I, 2 - кабель соединительный 4.850.208 Сп из комплекта генератора Г4-123.

Рис.14

Определение δ_f ваттметра с переходом 5.433.022-01.
 Схема электрическая соединений

46

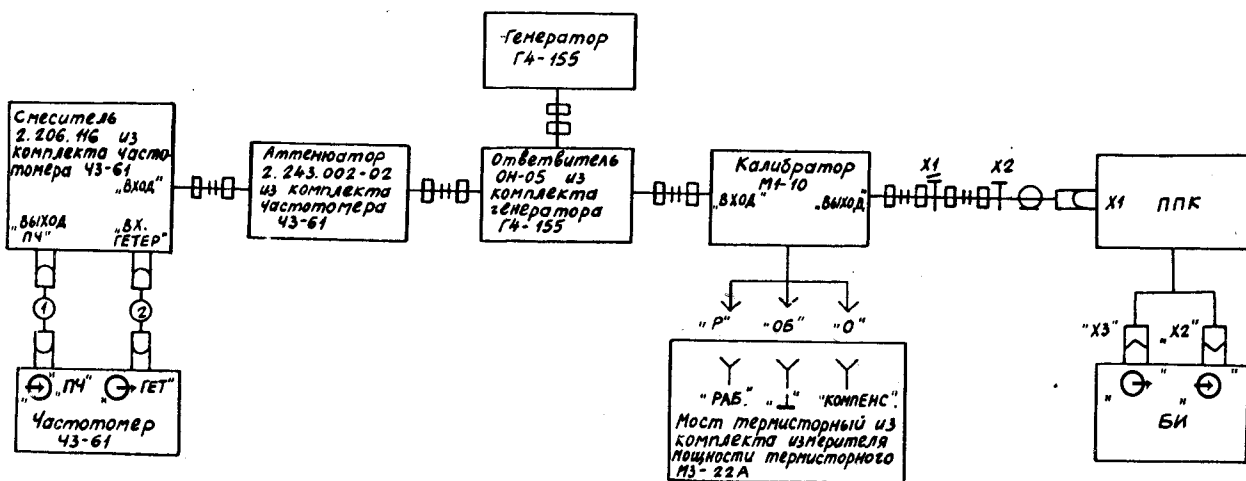


- XI - переход коаксиально-волноводный Э2-108 из комплекта генератора Г4-III;
- X2 - переход 5.433.022-01 из комплекта ваттметра;
- I - кабель соединительный 4.85I.350-08 Сп из комплекта частотомера ЧЗ-58;
- 2 - кабель высокочастотный 6.645.3I5 из комплекта генератора Г4-III.

Рис. I5

Определение δ_f ваттметра с переходом 5.433.023-01.
 Схема электрическая соединений

47



- XI - переход 2.236.065 из комплекта калибратора MI-10;
- X2 - переход 5.433.023-01 из комплекта ваттметра;
- I, 2 - кабель соединительный ВЧ 4.85I.350-08 из комплекта частотомера ЧЗ-6I

Рис. I6

Основную погрешность ваттметра при работе с дополнительными переходами определите на одной частоте для уровней мощности 3; 10; 20; 60; 120 мВт; 0,5; 1 Вт, подставляя в формулу (10) соответствующие значения δ'_f и δ'_p .

Результаты определения основной погрешности ваттметра при работе с дополнительными переходами считаются удовлетворительными, если значения δ' не превышают значений, указанных в табл.7.

Таблица 7

Обозначение перехода	Частота, Гц	δ' для уровней мощности		
		3 мВт	10; 60 мВт; 0,5 Вт	20; 120 мВт; 1 Вт
5.433.020-01	4	$\pm 5,56\%$	$\pm 5,1\%$	$\pm 5\%$
5.433.022-01	12	$\pm 10,56\%$	$\pm 10,1\%$	$\pm 10\%$
5.433.023-01	17,44	$\pm 15,56\%$	$\pm 15,1\%$	$\pm 15\%$

9.4.7. Определение КстU ваттметра производится с помощью измерителей КСВН панорамных Р2-73, Р2-83 в соответствии с техническими описаниями и инструкциями по эксплуатации на них.

Результаты определения КстU считаются удовлетворительными, если значения КстU не превышают значений, указанных в п.2.6.

9.4.8. Определение КстU ваттметра при работе ваттметра с дополнительными переходами производится с помощью следующих измерителей КСВН панорамных:

Р2-73, Р2-78 для перехода 5.433.020-01;

Р2-73, Р2-83 с переходом Э2-И15/3 из комплекта генератора Г4-III для перехода 5.433.021-01;

Р2-61 для перехода 5.433.022-01;

Р2-67 для перехода 5.433.023-01.

Результаты определения Кст U считаются удовлетворительными, если значения КстU не превышают значений, указанных в п.2.7.

9.5. Оформление результатов поверки

9.5.1. Результаты поверки оформляют путем записи или отметки результатов поверки в порядке, установленном метрологической службой, осуществляющей поверку.

Формы протоколов поверки метрологических параметров приведены в приложении 3.

9.5.2. Ваттметры, не прошедшие поверку (имеющие отрицательные результаты поверки), запрещаются к выпуску в обращение и применению.

10. КОНСТРУКЦИЯ

10.1. Конструкция ШПК

10.1.1. ШПК (рис.17) состоит из отрезка коаксиальной линии с входным разъемом типа Ш ГОСТ 13317-80, поглощающего элемента, контакта, тела сравнения, термоэлектрического модуля, печатного узла, тепловой системы и кабеля соединительного.

Поглощающий элемент представляет собой цилиндрический тонкопленочный резистор, напыленный на теплопроводящую подложку из керамики.

Центральным проводником коаксиального тракта является тонкостенная никелевая трубка.

Поглощающий элемент одним концом жестко посажен в центральном проводнике, а другим концом запаян в контакт. Контакт выполняет функции внешнего проводника коаксиального тракта, согласующего экрана и теплопроводника.

Термоэлектрический модуль представляет собой батарею тонкопленочных термопар, напыленных на слюдяную подложку в виде диска с отверстием. По внутреннему диаметру термоэлектрического модуля напылен резистивный пояс, служащий для подачи на него калибровочной мощности ст БИ.

Термоэлектрический модуль устанавливается таким образом, что "горячие" спаи имеют тепловой контакт с поглощающим элементом, а "холодные" спаи - с телом сравнения.

Съем сигнала с термоэлектрического модуля осуществляется с помощью узла печатного.

Тепловая система состоит из корпуса, контакта, внутреннего экрана и кожуха.

Корпус и контакт предназначены для отвода тепла от поглощающего элемента. Внутренний экран и пластмассовый кожух предназначены для защиты термоэлектрического модуля от внешних тепловых воздействий.

Соединительный кабель жестко закреплен на заднем фланце кожуха.

10.2. Конструкция БИ

10.2.1. БИ сконструирован в типовом корпусе "Надел-75А" с

ПРИЛОЖЕНИЕ I

ВЛИЯНИЕ РАССОГЛАСОВАНИЯ НА ПОГРЕШНОСТЬ
ИЗМЕРЕНИЯ СВЧ МОЩНОСТИ

Дополнительная погрешность измерения может быть определена по формуле, %:

$$\delta_{\text{макс}} = \pm 2 \cdot |\Gamma_{\Gamma}| \cdot |\Gamma_{\text{В}}| \cdot 100\%, \quad (1)$$

где $\delta_{\text{макс}}$ - максимальная дополнительная погрешность за счет рассогласования;

$|\Gamma_{\Gamma}|$ - модуль коэффициента отражения генератора;

$|\Gamma_{\text{В}}|$ - модуль коэффициента отражения ваттметра.

Модуль коэффициента отражения может быть рассчитан по значениям $K_{\text{сгу}}$:

$$|\Gamma| = \frac{K_{\text{сгу}} - 1}{K_{\text{сгу}} + 1}, \quad (2)$$

Величины максимальной дополнительной погрешности за счет рассогласования, вычисленные по формуле (1), приведены на рисунке.

Зависимость максимальной дополнительной погрешности за счет рассогласования

