

8-3-4



Бюро технической документации
г. Москва, ул. Мясницкая, д. 10
Информационно-технический отдел
Тел. 253-11-11, 253-11-12, 253-11-13

Техническое описание
и инструкция по эксплуатации
4.681.021 ТО

СОДЕРЖАНИЕ

1. Техническое описание

1.1. Назначение	7
1.2. Технические данные	7
1.3. Состав изделия	9
1.4. Устройство и работа изделия	10

2. Инструкция по эксплуатации

2.1. Указание мер безопасности	13
2.2. Подготовка изделия к работе	13
2.3. Порядок работы	13
2.4. Характерные неисправности и методы их устранения	15
2.5. Техническое обслуживание	16
2.6. Проверка преобразователя	16
2.7. Правила хранения	28
2.8. Транспортирование	28

Приложения

1. Форма протокола проверки	30
2. Карточка отзыва потребителя	

ОБЪЕКТЫ

1. Объекты, подлежащие

- 1.1. Объекты, подлежащие
- 1.2. Объекты, подлежащие
- 1.3. Объекты, подлежащие
- 1.4. Объекты, подлежащие

2. Объекты, подлежащие

- 2.1. Объекты, подлежащие
- 2.2. Объекты, подлежащие
- 2.3. Объекты, подлежащие
- 2.4. Объекты, подлежащие

3. Объекты, подлежащие

- 3.1. Объекты, подлежащие
- 3.2. Объекты, подлежащие
- 3.3. Объекты, подлежащие
- 3.4. Объекты, подлежащие



Рис. 1. Объект для преобразования

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

1.1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1.1. Преобразователь приемный термисторный коаксиальный А15-88 предназначен для измерения мощности СВЧ сигнала непрерывных колебаний и среднего значения мощности импульсно-модулированных сигналов в комплекте со сбалансированными мостами в диапазоне частот 0,03—7,5 ГГц (при мощности в импульс не более 25 Вт и длительности импульса не более 100 мкс).

1.1.2. Преобразователь сохраняет технические характеристики в диапазоне рабочих температур от 243 до 323 К (от минус 30 до плюс 50°C) и относительной влажности до 98% при температуре 308 К (35°C).

1.2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

1.2.1. Диапазон частот преобразователя 0,03—7,5 ГГц.

1.2.2. Максимальная измеряемая мощность преобразователя 10 мВт.

1.2.3. Волновое сопротивление преобразователя 50 Ом, сопротивление квантала 16,695 мм. Преобразователь имеет входной разъем «вилка» типа П по ГОСТ 13317—80.

1.2.4. Рабочее сопротивление постоянному току 150 Ом.

1.2.5. Коэффициент стоячей волны по напряжению ($K_{св}$, U) составляет:

не более 1,4 в диапазоне частот 0,03—4 ГГц,

не более 1,5 в диапазоне частот свыше 4 до 7,5 ГГц.

1.2.6. Коэффициент эффективности ($K_{эф}$) преобразователя составляет:

не менее 0,9 в диапазоне частот 0,03—2,5 ГГц,

не менее 0,8 в диапазоне частот свыше 2,5 до 7,5 ГГц.

Допускаемая погрешность коэффициента эффективности не более $\pm 6\%$.

1.2.7. Долговременная нестабильность коэффициента эффективности не более $\pm 6\%$.

1.2.8. Мощность смещения преобразователя при рабочем сопротивлении при температуре $20 \pm 1^\circ\text{C}$ $17-35$ мВт.

Минимальная мощность смещения при температуре $50 \pm 1^\circ\text{C}$ не менее 12 мВт.

Максимальная мощность смещения при температуре минус $30 \pm 1^\circ\text{C}$ не более 50 мВт.

1.2.9. Чувствительность преобразователя $6-20$ Ом/мВт.

1.2.10. Преобразователь в течение пяти минут выдерживает нагрузку мощностью, превышающей в 1,5 раза максимальную намеряемую мощность.

1.2.11. Преобразователь имеет термокомпенсирующую термисторную вставку.

Мощность смещения термокомпенсирующей термисторной вставки при температуре окружающего воздуха 298 ± 1 К ($20 \pm 1^\circ\text{C}$) отличается менее, чем на $\pm 20\%$ от мощностей смещения рабочих вставок, входящих в комплект преобразователя.

1.2.12. Максимальная скорость дрейфа мощности смещения при скачке температуры окружающего воздуха на 1°C без термокомпенсации не более 10 мкВт/мин. град. с термокомпенсацией—3 мкВт/мин. град. Время установления максимальной скорости дрейфа не более 15 мин.

1.2.13. Максимальная скорость дрейфа мощности смещения при скачке температуры коаксиального соединителя на 1°C без термокомпенсации не более 15 мкВт/мин. град. с термокомпенсацией не более 5 мкВт/мин. град.

Время установления максимальной скорости дрейфа мощности смещения не более 10 мин.

1.2.14. Эффективность термокомпенсации с мостом ваттметра М3-22А не менее 3.

1.2.15. Тепловая постоянная времени при скачке температуры окружающего воздуха не более 20 мин.

1.2.16. Тепловая постоянная времени при скачке температуры коаксиального соединителя не более 15 мин.

1.2.17. Преобразователь удовлетворяет требованиям пп. 1.2.5, 1.2.6, 1.2.8 с тремя запасными вставками.

1.2.18. Преобразователь допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение времени не менее 16 ч при сохранении своих технических характеристик.

1.2.19. Нарботки на отказ должна быть не менее 12500 ч.

1.2.20. Нормальные условия эксплуатации:
окружающая температура 298 ± 10 К ($25 \pm 10^\circ\text{C}$);

относительная влажность $65 \pm 15\%$ при температуре 298 ± 10 К ($25 \pm 10^\circ\text{C}$);

атмосферное давление $10^5 \pm 4 \cdot 10^3$ Па.

1.2.21. Рабочие условия эксплуатации:

окружающая температура от 243 до 323 К (от минус 30 до плюс 50°C);

относительная влажность до 98% при температуре 308 К (35°C);

атмосферное давление $10^5 \pm 4 \cdot 10^3$ Па

1.2.22. Габаритные размеры преобразователя
 $108 \times 56 \times 52$ мм.

Габаритные размеры укладочного ящика
 $269 \times 90 \times 190$ мм.

Габаритные размеры транспортной тары
 $480 \times 256 \times 316$ мм.

1.2.23. Масса преобразователя не более 0,5 кг.

Масса преобразователя в укладочном ящике не более 2 кг.

Масса преобразователя в транспортной таре не более 10 кг.

1.3. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

Преобразователь поставляется в комплекте согласно табл. 1.

Таблица 1

Наименование	Обозначение	Кол. шт.	Примечание
1. Ящик укладочный	4.161.082	1	
2. Вкладыш	7.840.071	1	
3. Преобразователь приемный термисторный коаксиальный М3-88	4.681.021	1	
4. Вставка термисторная коаксиальная	4.681.020	3	Крепятся внутри футляра преобразователя
5. Техническое описание и инструкция по эксплуатации	4.681.021 ТО	1 экз.	
6. Формуляр	4.681.021 ФО	1 экз.	

1.4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

В преобразователе М5-88 при измерении СВЧ мощности используется метод замещения, основанный на эквивалентности теплового действия на терморезистор мощности СВЧ и мощности постоянного тока, а также на эквивалентности замещения сопротивления терморезистора при нагреве его рабочим телом постоянным током и током СВЧ.

В качестве датчиков СВЧ мощности в преобразователе применен теплопроводящий терморезистор СТЗ-82, который включается параллельно в СВЧ тракт и последовательно в цепь замещения.

Электрическая схема преобразователя приведена на рис. 2

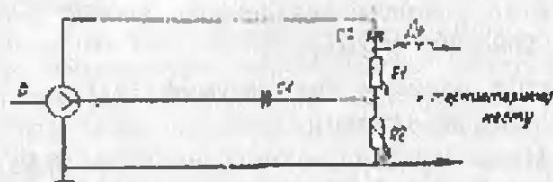


Рис. 2. Электрическая схема преобразователя

R1, R2 — тепловыделяющий терморезистор СТЗ-82;

C1, C2 — конструктивные конденсаторы;

Др — дроссель высокочастотный

Преобразователь (рис. 3) состоит из термисторной вставки, представляющей собой согласованную нагрузку с терморезистором в ней, высокочастотного перехода со стандартного сечения коаксиала на сечение коаксиального тракта термисторной вставки с конструктивным конденсатором в разрыве центрального проводника коаксиала и разъемного футляра.

Конструктивный конденсатор выполнен в виде керамической втулки с емкостью 800—1400 пФ.

Термисторная вставка (рис. 4) представляет собой отрезок коаксиального тракта, оканчивающийся термисторной камерой. Средний вывод терморезистора приваривается методом точечной сварки к стержню, а два других — к корпусу, между которыми расположен керамический конденсатор.

Конденсаторы C1, C2 и дроссель Др служат для разделения токов измеряемой ВЧ мощности и мощности смещения. В корпусе преобразователя имеется камера, в которую помещена термокомпенсирующая термисторная вставка, не связанная с ВЧ трактом, но находящаяся в тех же температурных условиях, что и рабочая вставка.

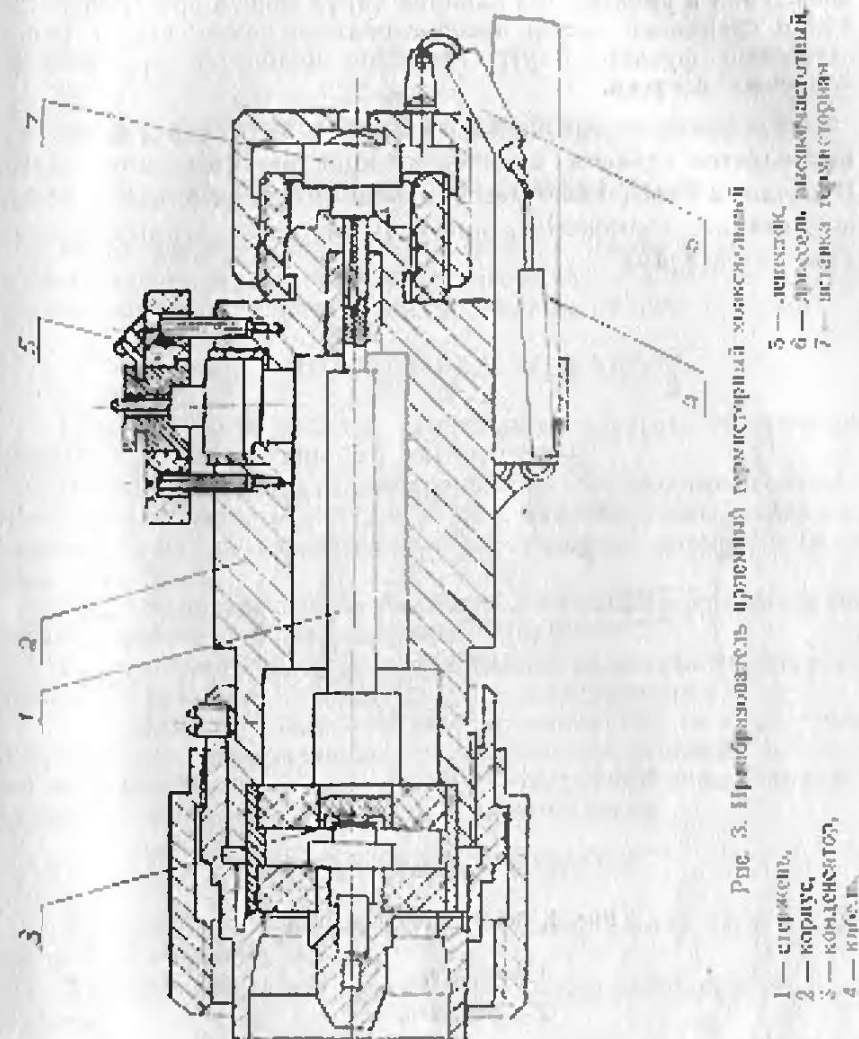


Рис. 3. Преобразователь приемный термисторный эквивалентный

1 — стержень,
2 — корпус,
3 — конденсатор,
4 — втулка,

5 — дроссель,
6 — дроссель, высокочастотный,
7 — вставка термисторная

Эта вставка нужна при использовании преобразователя в комплекте с измерителями мощности, для работы которых необходимо наличие двух терморезисторов.

Для предохранения преобразователя от механических повреждений и уменьшения влияния окружающей среды на тепловой и временной дрейф преобразователь помещается в пластмассовый футляр. Внутри футляра находятся три рабочих записных вставки.

Подключение преобразователя к термисторному мосту осуществляется кабелем, оканчивающимся четырьмя штепселями. Рабочая вставка включается в цепь моста черным и белым штепселями, термокомпенсирующая вставка — черным и красным штепселями.

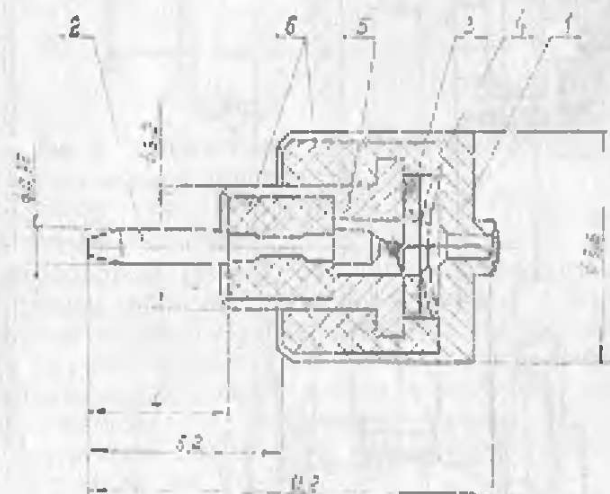


Рис. 4. Вставка термисторная

- 1 — корпус,
- 2 — стержень,
- 3 — конденсатор,
- 4 — терморезистор,
- 5 — штулка,
- 6 — изолятор

2. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

2.1. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

Меры предосторожности при работе с преобразователями соответствуют мерам, принимаемым обычно при работе с лабораторными радиотехническими приборами общего назначения.

2.2. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Перед началом работы необходимо изучить техническое описание и инструкцию по эксплуатации.

При эксплуатации преобразователя необходимо помнить, что преобразователь содержит термочувствительный элемент, поэтому нужно остерегаться сильных тепловых потоков и больших перегрузок.

Для измерения СВЧ мощности необходимо присоединить преобразователь к термисторному мосту.

После подключения преобразователя включить измерительный мост согласно инструкции по эксплуатации.

Сбалансировать мост на сопротивлении 150 Ом и прогреть в течение времени, указанного в техническом описании на мост, но не менее 30 мин. Перед подачей измеряемой мощности производится установка нуля термисторного моста.

2.3. ПОРЯДОК РАБОТЫ

Присоединить преобразователь к измеряемому СВЧ тракту, не подавая СВЧ мощности.

Сбалансировать мост на рабочем сопротивлении преобразователя.

Подать СВЧ мощность и провести измерения согласно инструкции по эксплуатации моста. В том случае, если в процессе работы необходимо измерить мощность без отключения источника СВЧ мощности, мост балансируют, не подключая преобразователь к СВЧ тракту.

Измеряемая мощность подсчитывается по формуле

$$P_{изм} = \frac{P_{отст}}{K_{эф}}$$

где $P_{отст}$ — мощность, отсчитанная по шкале индикаторного устройства;

$K_{эф}$ — коэффициент эффективности, указанный в формуляре на преобразователь.

При измерении мощности с использованием моста ваттметра МЗ-22А на рабочем сопротивлении 240 Ом преобразователь подключается к мосту через резисторы 40 ± 1 Ом, включенные последовательно в цепи рабочего и термокомпенсирующего терморезисторов. В этом случае измеряемая мощность подсчитывается по формуле

$$P_{изм} = \frac{0,425 \cdot P_{отст}}{K_{эф}}$$

Погрешность измерения мощности определяется погрешностью термисторного моста и погрешностью аттестации по $K_{эф}$ приемного преобразователя и вычисляется по формуле

$$\Delta = \pm \sqrt{\delta_{д}^2 + \delta_{эф}^2},$$

где $\delta_{д}$ — погрешность термисторного моста;

$\delta_{эф}$ — погрешность коэффициента эффективности.

В погрешность измерения мощности не входит погрешность за счёт рассогласования.

Дополнительная погрешность измерения мощности, возникающая при скачке температуры окружающего воздуха, равна

$$\Delta P = V_D \cdot \Delta T \cdot \Delta T,$$

где V_D — максимальная скорость дрейфа мощности смещенной преобразователя, вызванная скачком температуры, мВт/мин. град;

ΔT — величина скачка окружающей температуры, °С;

Δt — время измерения, равное интервалу времени между установкой нуля и отсчетом величины измеряемой мощности, мин.

2.4. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

2.4.1. Наиболее часто встречающиеся неисправности сведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование неисправности, внешнее проявление и достаточные признаки	Вероятная причина неисправности	Методы устранения	Примечание
Мост не балансируется	Обрыв провода соединительного кабеля	Проверить омметром качество соединительных проводов кабеля	
	Обрыв термистора	Сменить термисторную вставку	
	Неисправен мост	Смотреть инструкцию по эксплуатации моста	

2.4.2. Указания по ремонту

Ремонт преобразователя заключается в замене вышедших из строя термисторных вставок.

Смена вставок производится в случае нарушения их целостности.

Для замены рабочей термисторной вставки необходимо снять пломбу, отвернуть винты, крепящие проволочки футляра, и вынуть преобразователь.

При смене термокомпенсирующей вставки необходимо отвернуть два винта, крепящие текстолитовую шайбу, и произвести замену.

Примечание. Распайка концов кабеля производится следующим образом. К лепестку на корпусе паять металлическую оплетку (использовать черную краску), к выводу рабочей вставки паять однопроводный провод (использовать белую краску), к выводу термокомпенсирующей вставки паять двупроводный провод (использовать красный цвет).

После замены термисторной вставки необходимо проверить $K_{эф}$, U , $K_{эф}$, мощность смещения и отличие мощности смещения рабочих вставок от термокомпенсирующей.

2.5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Преобразователь не содержит сложных механических и электрических узлов, поэтому не требует проведения особых профилактических работ в течение длительного времени эксплуатации.

Бережливое отношение к преобразователю, эксплуатации в соответствии с настоящей инструкцией обеспечивают длительную безотказную работу преобразователя.

При эксплуатации следует обращать особое внимание на чистоту и сохранность высокочастотного и низкочастотного разъемов преобразователя и соединительного кабеля.

Высокочастотный разъем преобразователя должен быть закрыт крышкой.

2.6. ПОВЕРКА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

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» и устанавливает методы и средства поверки преобразователей МБ-88, находящихся в эксплуатации, на хранении и выпускаемых из ремонта.

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

2.6.1. Операции и средства поверки

При проведении поверки должны производиться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 3, 4.

Таблица 3

Номер пункта настоящего ТО	Наименование операций, производимых при поверке	Измеряемые величины	Допустимые значения погрешностей, определяемые значениями параметров	Средства поверки	
				образцовые	используемые
2.6.3.1.	Визуальный осмотр				
2.6.3.2.	Определение				
2.6.3.3.	Определение номинальных параметров				
а)	КСУ	0,03; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0; 2,25; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0; 7,5 ГГц	1,4 (в диапазоне 0,03—4,0 ГГц) 1,5 (в диапазоне свыше 4,0 до 7,5 ГГц)		Г4-76А, Г4-78—Г4-82, М3-10А, М3-7, РК2-47, Р1-36, Э6-29, Э6-31, Э6-32, Э6-36 (См. п. 2.6.3.4)
б)	КСУ	1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0; 2,25; 2,5; 2,75; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0; 7,5 ГГц	0,9 (в диапазоне 0,03—2,5 ГГц) 0,8 (в диапазоне свыше 2,5 до 7,5 ГГц)	Я2М-21, Я2М-22, Я2М-23, Я2М-24	Г4-76А, Г4-78—Г4-82, Э6-29, Э6-33, Э6-37, Э6-36, Э2-111А, Э2-115А, Ч3-64, М3-22А
в)	Мощность измерения		17—35 мВт		Б5-30, Р-33, А2020, М-96

Пункт назначе- ния ТО	Наименование операций, произво- димых при проверке	Подписанные отметки	Допустимые значе- ния погрешностей, пределные значе- ния параметров		Средства проверки	
					образцы	рекомендуемые
г)	Отклонение мощнос- ти схемления тер- модинамическую шей установки от работы		20%			Б5-30, Р-33, М202М, М-95

Примечания

1. Вместо указанных в таблице образцов и вспомогательных средств проверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

2. Образцовые (вспомогательные) средства проверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельство (отметку в формулярах или паспортах) о государственной или ведомственной поверке.

Таблица 4

Наименование средств проверки	Основные технические характеристики средств проверки		Рекомендуемое средство проверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
1. Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 0,1—1,2 ГГц	1%	Г4-76А	
2. Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 1,16—1,78 ГГц	0,5%	Г4-78	
3. Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 1,78—2,56 ГГц	0,5%	Г4-79	
4. Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 2,56—4 ГГц	0,5%	Г4-80	
5. Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 4—5,6 ГГц	0,5%	Г4-81	
6. Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 5,6—7,5 ГГц	0,5%	Г4-82	
7. Измеритель КСВН пако- рный	Диапазон частот 0,02—1,25 ГГц	5 К	РК2-47	
8. Линия измерительная	Диапазон частот 1—7,5 ГГц	5%	Р1-35	
9. Преобразователь аудио- вой мощности	Диапазон частот 0,15—1 ГГц	2,5%	Я2М-23	
10. Преобразователь поло- вой мощности	Диапазон частот 1—7 ГГц, Кэф. 0,03	2,5%	Я2М-24	

Наименование средства измерения	Основные технические характеристики средства измерения		Рекомендуемое средство измерения (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
11. Преобразователь радио- мощности	Диапазон частот: 3—5,5 ГГц, К _{св} < 0,13	2,5%	Я2М-21	
12. Преобразователь радио- мощности	Диапазон частот: 5,5—10 ГГц, К _{св} < 0,03	2,5%	Я2М-22	
13. Ваттметр logarithmic мощности термисторный (ин- дикаторное устройство)	Пределы измерения: 0,05—5 мВт	1,5%	М3-22А	
14. Вентиль коаксиальный	Диапазон частот: 0,9—4,8 ГГц, К _{св} < 1,3		Э6-29	
15. Вентиль коаксиальный	Диапазон частот: 1,5—3 ГГц, К _{св} < 1,3		Э6-33	
16. Вентиль коаксиальный	Диапазон частот: 2,35—1,7 ГГц, К _{св} < 1,3		Э6-35	
17. Ваттметр негладкой мощности термисторный (мост- термисторный Я2М-64)	Пределы измерения: 0,1—10 мВт	$2 + 0,5 \frac{P_x}{P_n}$	М3-10А	
18. Вентиль коаксиальный	Диапазон частот: 4—7 ГГц, К _{св} < 1,3		Э6-16	

19. Вентиль коаксиальный 2068.016	Диапазон частот: 7—10 ГГц, К _{св} < 1,3	1,5—10 ⁻⁷	Ч3-64 с Э31-168	спец.
20. Частотомер	Диапазон частот: 0,3—7 ГГц			
21. Измеритель относитель- ной напряженности	Чувствительность 1 мкВ	1,5%	В9-7	
22. Переход коаксиальный	Диапазон частот: 0,1—4 ГГц, К _{св} < 1,1 потери 0,05 дБ		Э2-111/4	
23. Переход коаксиальный	Диапазон частот: 3—10 ГГц, К _{св} < 1,1 потери 0,05 дБ		Э2-115/4	
24. Миллиамперметр	Пределы измерения: 0,75 мА — 30 А	0,5%	М2020	
25. Микроамперметр	Пределы измерения: 0 — 50 мкА	1,5%	М-95	

2.6.2. Условия поверки и подготовка к ней

2.6.2.1. При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

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

относительная влажность воздуха $65 \pm 15\%$;

атмосферное давление $100 \pm 4 \text{ кПа}$ ($750 \pm 30 \text{ мм рт. ст.}$).

2.6.2.2. Преобразователи, представленные на поверку, должны быть полностью укомплектованы.

2.6.2.3. Перед проведением операций поверки необходимо разместить поверяемый преобразователь на рабочем месте, обеспечив удобство работы и исключая попадание на него прямых солнечных лучей.

2.6.3. Проведение операций поверки

2.6.3.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяют:

отсутствие механических повреждений, исправность и tightness коаксиальных разъемов;

исправность соединительного кабеля.

Размеры коаксиальных разъемов СВЧ должны соответствовать ГОСТ 13317—80.

2.6.3.2. Опробование

Для опробования преобразователя в работе необходимо произвести баланс с мостом ваттметра МЗ-22А в соответствии с инструкцией по эксплуатации на ваттметр МЗ-22А.

При обнаружении неисправности преобразователь подлежит забраковке и направлению в ремонт.

2.6.3.3. Определение метрологических параметров:

а) Определение $K_{\Sigma U}$ преобразователя

Определение $K_{\Sigma U}$ производится по схеме рис. 5.

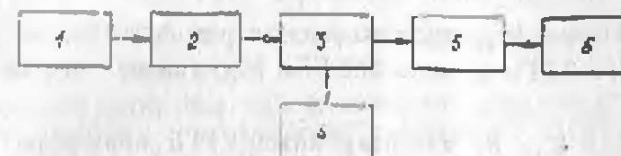


Рис. 5. Схема определения $K_{\Sigma U}$ преобразователя

1—генератор сигналов высокочастотный,

2—ветвь коаксиальная,

3—линия измерительная,

4—измеритель отношения напряжений,

5—наверженный преобразователь,

6—мост термисторный ваттметра МЗ-11А.

При определении $K_{\Sigma U}$ термисторный мост должен быть сбалансирован на рабочем сопротивлении преобразователя при подаваемой мощности в СВЧ тракте.

Определение $K_{\Sigma U}$ в диапазоне частот 0,03—3,0 ГГц производится через 0,25 ГГц и через 0,5 ГГц в диапазоне частот свыше 3 до 7,5 ГГц.

$K_{\Sigma U}$ преобразователя может измеряться на автоматических измерителях $K_{\Sigma U}$ с погрешностью не более $\pm 7\%$.

б) Определение $K_{\Sigma P}$ преобразователя

Определение $K_{\Sigma P}$ преобразователя производится по схеме рис. 6.



Рис. 6. Схема определения $K_{\Sigma P}$ преобразователя

1—генератор сигнала высокочастотный,

2—измеритель,

3—ветвь коаксиальная,

4—преобразователь падающей мощности,

5—мост ваттметра МЗ-22А,

6—переход коаксиальный,

7—наверженный преобразователь,

8—мост ваттметра МЗ-22А.

Определение K_{Σ} преобразователя производится путем измерения мощности измерителем с поверяемым преобразователем и образцовым измерителем мощности (преобразователь подающей мощности, мост ваттметра МЗ-22А).

Определение K_{Σ} производится через 0,25 ГГц в диапазоне частот 1—3 ГГц и через 0,5 ГГц в диапазоне частот свыше 3 до 7,5 ГГц.

Значения K_{Σ} на частотах ниже 1 ГГц принимаются равными значению K_{Σ} на частоте 1 ГГц.

При определении K_{Σ} преобразователя с мостом ваттметра МЗ-22А преобразователь подключается к мосту через резисторы $90 \pm 0,1$ Ом, включенные последовательно в цепи работы и термокомпенсирующего термисторов.

В этом случае K_{Σ} определяется по формуле

$$K_{\Sigma} = \frac{0,625 \cdot P_n \cdot A (1 + K_{\Sigma})^2}{4K_0 P_0 \cdot K_{\Sigma}}$$

где P_n — мощность, измеряемая мостом ваттметра МЗ-22А, в схему которого включен поверяемый преобразователь;

P_0 — показания образцового моста;

K_0 — коэффициент передачи преобразователя подающей мощности;

$K_{\Sigma}U$ — коэффициент стоячей волны преобразователя в диапазоне частот 1—3 ГГц или коэффициент стоячей волны, измеренный на выходе коаксиального перехода совместно с проверяемым преобразователем в диапазоне частот 3—7,5 ГГц.

A — коэффициент, учитывающий потери в коаксиальном переходе.

В диапазоне частот 1—3 ГГц $A=1$.

В диапазоне частот 3—7,5 ГГц $A=1,005$.

Отсчет P_n и P_0 производится одновременно.

По результатам пяти измерений определяют среднее арифметическое значение $K_{\Sigma}(x_{\Sigma})$, которое записывается в формуляр на преобразователь. При этом отношение разности максимального ($x_{\Sigma \max}$) и минимального ($x_{\Sigma \min}$) значений K_{Σ} при пяти измерениях к среднему значению не должно быть более $\pm 2\%$.

Предельная случайная погрешность (δ_{Σ}) при пяти измерениях не превышает $\pm 1,16\%$.

$$\delta_{\Sigma} = P_n \frac{x_{\Sigma \max} - x_{\Sigma \min}}{x_{\Sigma}} \cdot 100\%$$

где x_{Σ} — коэффициент, зависящий от числа измерений.

Для пяти измерений $x_{\Sigma} = 0,58$.

При измерении K_{Σ} преобразователя с мостами, имеющими значение рабочих сопротивлений термистора 150 Ом, K_{Σ} под- считывается по формуле

$$K_{\Sigma} = \frac{P_n \cdot A (1 + K_{\Sigma})^2}{4K_0 P_0 \cdot K_{\Sigma}}$$

где P_n — мощность, измеряемая термисторным мостом, в схему которого включен поверяемый преобразователь.

Преобразователь считается годным, если выполняется условие

$$(K_{\Sigma \max} - K_{\Sigma \min}) \cdot 100 \leq \sqrt{\delta_{\Sigma}^2 + \delta_{\Sigma}^2}$$

где K_{Σ} и $K_{\Sigma \min}$ — значения коэффициента эффективности: полученное в результате данной поверки и приведенное в формуляре (предыдущая поверка);

δ_{Σ} , δ_{Σ} — значения погрешности коэффициента эффективности (в процентах), приведенные в формуляре и полученное в результате данной поверки.

Погрешность коэффициента эффективности вычисляется по формуле

$$\delta = \sqrt{\delta_1^2 + 2\delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2}$$

где δ_1 — максимальная относительная погрешность коэффициента передачи преобразователя подающей мощности;

δ_2 — максимальная относительная погрешность термисторного моста;

δ_3 — относительная погрешность за счет неопределенности значения $K_{\Sigma}U$, равная

$$\frac{K_{\Sigma}U - 1}{K_{\Sigma}U + 1} \cdot \frac{\Delta K_{\Sigma}U}{K_{\Sigma}U}$$

где $\frac{\Delta K_{\Sigma}U}{K_{\Sigma}U}$ — относительная погрешность измерения $K_{\Sigma}U$.

δ_1 — случайная погрешность, $\delta_1 = \pm 1,16\%$,
 δ_2 — погрешность за счет потерь в коаксиальном переходе;
 $\delta_3 = 0$ при поверке преобразователя в диапазоне частот 1—3 ГГц;
 $\delta_3 = 0,50\%$ при поверке преобразователя в диапазоне частот 3—7,5 ГГц;
 δ_4 — относительная погрешность за счет рассогласования.

$$\delta_5 = 2 \cdot K_{эф} \cdot K_{кр}$$

где $K_{эф}$ — модуль эффективного коэффициента отражения преобразователя падающей мощности, приведенный в свидетельство по его аттестации;

$K_{кр}$ — коэффициент отражения поверяемого преобразователя в диапазоне частот 1—3 ГГц или коэффициент отражения, измеренный на входе коаксиального перехода совместно с поверяемым преобразователем в диапазоне частот выше 3 до 7,5 ГГц.

γ — весовой коэффициент, зависящий от отношения

$$\gamma = \frac{3\delta_5}{\delta_1^2 + 2\delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2}$$

и определяемый по табл. 5.

Таблица 5

$\frac{3\delta_5}{\delta_1^2 + 2\delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2}$	0	1	2	4	5	8	10
γ	0	0,53	0,70	0,85	0,93	0,97	0,98

в) Определение мощности смещения и отличия мощности смещения термокомпенсирующей вставки от рабочих.

Определение мощности смещения и отличия мощности смещения термокомпенсирующей вставки от рабочих производится после выдержки преобразователя при постоянной температуре с нестабильностью не более 1°C в час в течение 4 ч.

Проверка производится по схеме рис. 7.

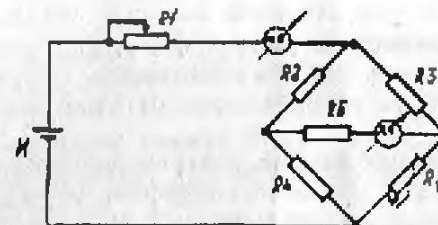


Рис. 7. Схема проверки мощности смещения и отличия мощности смещения термокомпенсирующей вставки от рабочих

R_t — преобразователь термисторный;
 $R1, R2, R3, R4, R5$ — резисторы сопротивлений Р-33;
 $мВ$ — милливольтметр М2020;
 $мА$ — микроамперметр М-95;
 $И$ — источник постоянного тока Б5-30

Сопротивления $R2, R3$ устанавливаются равными 1000 Ом , сопротивление $R4$ устанавливается равным сопротивлению преобразователя 150 Ом , сопротивление $R5$ устанавливается в пределах $300—400 \text{ Ом}$.

С помощью переменного сопротивления Rt ток моста регулируется до величины, при которой наступает баланс моста.

Мощность смещения, в мВт, определяется по формуле

$$P = \frac{1}{4} I_0^2 R_1 \cdot 10^{-3},$$

где I_0 — ток питания моста при балансе, А;

R_1 — рабочее сопротивление преобразователя, Ом.

Мощность смещения термокомпенсирующей вставки измеряется при сопротивлении термистора 150 Ом .

Допускается измерение мощности смещения при температуре окружающего воздуха $293 \pm 5 \text{ K}$ ($20 \pm 5^\circ\text{C}$), при этом значение мощности смещения при температуре 293 K (20°C) определяется по формуле

$$P_{293} = P_{изм} + (1,2 \frac{\text{мВт}}{\text{град}})(t - 20^\circ\text{C}),$$

где $P_{изм}$ — мощность смещения преобразователя при данной температуре окружающего воздуха, мВт;

t — температура окружающего воздуха, $^\circ\text{C}$.

2.6.4. Оформление результатов поверки

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

2.6.4.2. При ведомственной поверке положительные результаты записываются в протоколы поверки, форма которых приведена в приложении 1, и заверяются в порядке, установленном органом ведомственной метрологической службы.

2.6.4.3. Запрещается выпуск в обращение и применение преобразователей, прошедших поверку с отрицательными результатами.

2.7. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

Хранение преобразователя допускается в неотапливаемых хранилищах в следующих условиях:

температура окружающего воздуха от минус 55 до плюс 30°C;

относительная влажность до 98% при температуре 25°C.

В помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, а также газов, вызывающих коррозию.

Если преобразователь находился в условиях, резко отличающихся от нормальных, подготовку его к работе следует проводить после соответствующей выдержки в нормальных условиях не менее 24 ч.

Перед постановкой на длительное хранение преобразователь должен быть законсервирован. Консервация заключается в следующем:

высокочастотный разъем преобразователя должен быть закрыт крышкой;

разъемы соединительного кабеля должны быть обернуты парафинированной бумагой и обвязаны нитками;

преобразователь помещается в укладочный ящик.

Переконсервации преобразователь не подлежит.

2.8. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

2.8.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки

При дальнейшем транспортировании высокочастотный разъем преобразователя должен быть закрыт крышкой.

Преобразователь укладывается в укладочный ящик, который необходимо обернуть парафинированной бумагой и поме-

жить в полиэтиленовый чехол. Затем обернуть водонепроницаемой бумагой, перевязать шпагатом и поместить в транспортный ящик.

Пространство между стенками укладочного и транспортного ящиков должно заполняться гофрированным картоном. Зазор между стенками должен быть не менее 40 мм.

Транспортный ящик должен быть выстлан водонепроницаемой двухслойной бумагой. По периметру обивается стальной лентой.

Транспортный ящик имеет маркировку, включающую следующие знаки: «ВЕРХ», «НЕ КАНТОВАТЬ», «ОСТОРОЖНО, ХРУПКО», «БОНТСЯ СЫРОСТЬ».

2.8.2. Условия транспортирования

Транспортирование должно осуществляться в закрытом транспорте. В процессе транспортирования должна быть предусмотрена защита от прямого попадания атмосферных осадков, пыли.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПРИЕМНЫЙ
ТЕРМИСТОРНЫЙ КОАКСИАЛЬНЫЙ М5-89

Техническое описание
и инструкция по эксплуатации
4.681.024 ТО

СОДЕРЖАНИЕ

1. Техническое описание

1.1. Назначение	7
1.2. Технические данные	7
1.3. Состав изделия	9
1.4. Устройство и работа изделия	10

2. Инструкция по эксплуатации

2.1. Указание мер безопасности	13
2.2. Подготовка изделия к работе	13
2.3. Порядок работы	13
2.4. Характерные неисправности и методы их устранения	15
2.5. Техническое обслуживание	16
2.6. Поверка преобразователя	16
2.7. Правила хранения	28
2.8. Транспортирование	29

Приложения

1. Форма протокола поверки преобразователя приемного термисторного коаксиального	30
2. Карточка отзыва потребителя.	

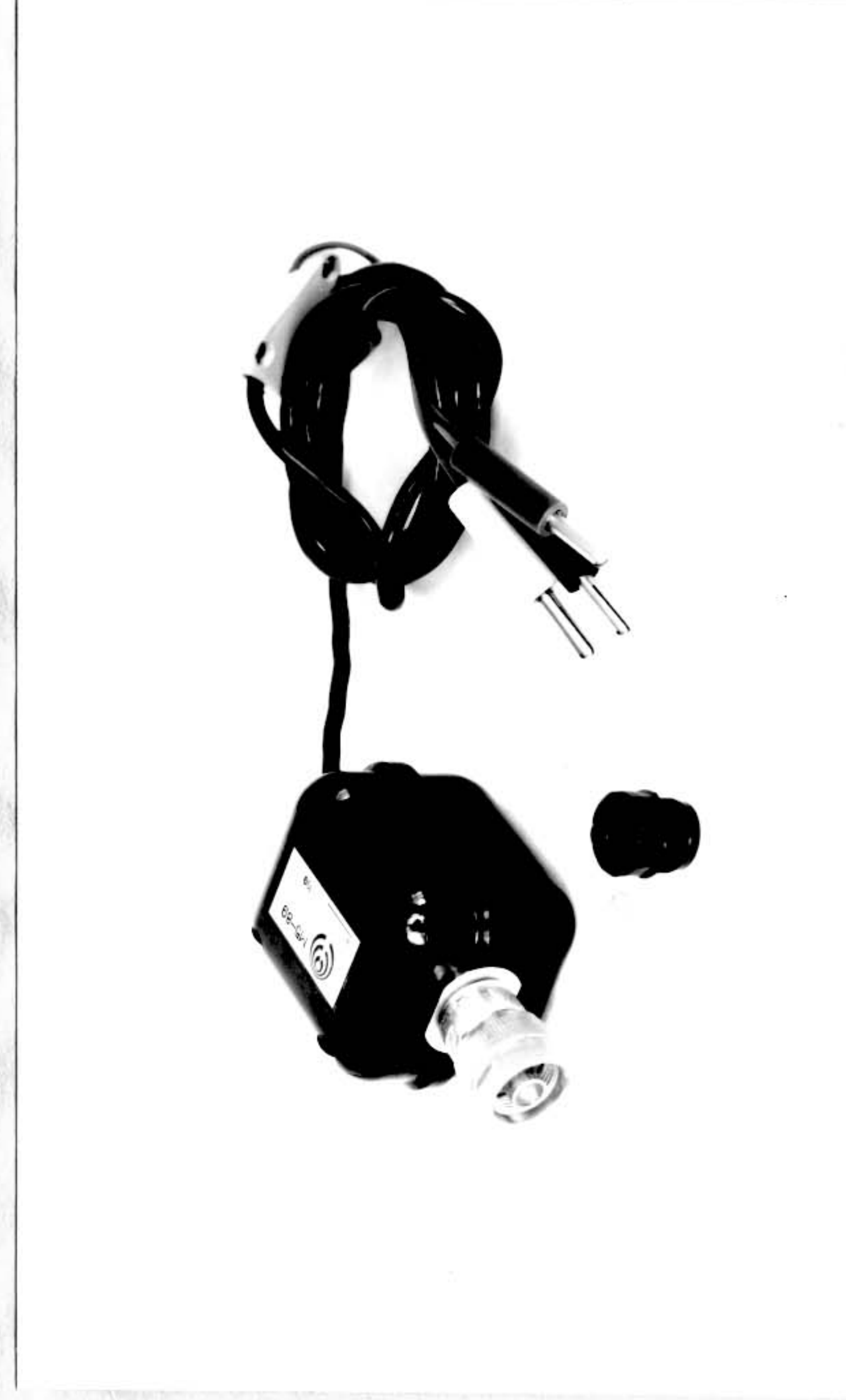


Рис. 1. Общий вид преобразователя

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

1.1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1.1. Преобразователь приемный термисторный коаксиальный М5-89 предназначен для измерения мощности СВЧ сигналов непрерывных колебаний и среднего значения мощности импульсно-модулированных сигналов в комплекте со сбалансированными мостами в диапазоне частот 0,1—12 ГГц (при мощности в импульсе не более 25 Вт и длительности импульса не более 100 мкс).

1.1.2. Преобразователь сохраняет технические характеристики в диапазоне рабочих температур от минус 30 до плюс 50°C и относительной влажности до 98% при температуре 35°C.

1.2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

1.2.1. Диапазон частот преобразователя 0,1—12 ГГц.

1.2.2. Максимальная измеряемая мощность преобразователя 7,5 мВт.

1.2.3. Волновое сопротивление преобразователя 50 Ом, сечение коаксиала 7/3,04 мм. Преобразователь имеет входной разъем «вилка» типа III (вариант 1) по ГОСТ 13317—80.

1.2.4. Рабочее сопротивление постоянному току составляет:

150 Ом в диапазоне частот 0,1—5,0 ГГц;

150 или 240 Ом в диапазоне частот 5,0—7,5 ГГц;

240 Ом в диапазоне частот 7,5—12 ГГц.

Примечание. В диапазоне 5,0—7,5 ГГц частота, на которой рабочее сопротивление преобразователя изменяется со 150 на 240 Ом, кратна 500 МГц и указывается в формуляре на преобразователь.

1.2.5. $K_{ст}$ преобразователя составляет:

не более 1,4 в диапазоне частот 0,1—4 ГГц;

не более 1,5 в диапазоне частот свыше 4 до 10 ГГц;

не более 1,7 в диапазоне частот свыше 10 до 12 ГГц.

1.2.6. $K_{эф}$ преобразователя составляет:

не менее 0,8 в диапазоне частот 0,1—7,5 ГГц;

не менее 0,7 в диапазоне частот, свыше 7,5 до 12 ГГц.

Допускаемая погрешность коэффициента эффективности не более $\pm 6\%$ в диапазоне частот 0,1—10,0 ГГц и не более $\pm 8\%$ в диапазоне частот свыше 10,0 до 12 ГГц.

1.2.7. Долговременная нестабильность коэффициента эффективности не более $\pm 6\%$ в диапазоне частот 0,1—10,0 ГГц и не более $\pm 8\%$ в диапазоне частот свыше 10,0 до 12 ГГц.

1.2.8. Мощность смещения преобразователя при температуре $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 17—35 мВт при рабочем сопротивлении 150 Ом и 10—30 мВт при рабочем сопротивлении 240 Ом.

Минимальная мощность смещения при температуре $50 \pm 1^\circ\text{C}$ не менее 12 мВт при рабочем сопротивлении 150 Ом и не менее 8 мВт при рабочем сопротивлении 240 Ом.

Максимальная мощность смещения при температуре минус $30 \pm 1^\circ\text{C}$ не более 50 мВт при рабочем сопротивлении 150 Ом и не более 45 мВт при рабочем сопротивлении 240 Ом.

1.2.9. Чувствительность преобразователя 6—35 Ом/мВт.

1.2.10. Преобразователь в течение пяти минут выдерживает нагрузку мощностью, превышающей в 1,5 раза максимальную измеряемую мощность.

1.2.11. Преобразователь имеет термокомпенсирующую термисторную вставку.

Мощность смещения термокомпенсирующей термисторной вставки при температуре окружающего воздуха $20 \pm 1^\circ\text{C}$ отличается не более чем на $\pm 20\%$ от мощностей смещения рабочих вставок, входящих в комплект преобразователя.

1.2.12. Максимальная скорость дрейфа мощности смещения при скачке температуры окружающего воздуха на 1°C без термокомпенсации не более 10 мкВ/мин. град., с термокомпенсацией не более 3 мкВ/мин. град.

Время установления максимальной скорости дрейфа не более 15 мин.

1.2.13. Максимальная скорость дрейфа мощности смещения при скачке температуры коаксиального соединителя на 1°C без термокомпенсации не более 15 мкВ/мин. град., с термокомпенсацией не более 5 мкВ/мин. град.

Время установления максимальной скорости дрейфа не более 10 мин.

1.2.14. Эффективность термокомпенсации с мостом ваттметра МЗ-22А не менее 3.

1.2.15. Тепловая постоянная времени при скачке температуры окружающего воздуха не более 20 мин.

1.2.16. Тепловая постоянная времени при скачке температуры коаксиального соединителя не более 15 мин.

1.2.17. Преобразователь удовлетворяет требованиям пп. 1.2.5, 1.2.6, 1.2.8 с тремя запасными вставками.

1.2.18. Преобразователь допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение времени не менее 16 ч при сохранении своих технических характеристик.

1.2.19. Нарботка на отказ не менее 12500 ч.

1.2.20. Нормальные условия эксплуатации:
окружающая температура $298 \pm 10\text{ K}$ ($25 \pm 10^\circ\text{C}$);
относительная влажность $65 \pm 15\%$ при температуре $298 \pm 10\text{ K}$ ($25 \pm 10^\circ\text{C}$);

атмосферное давление $10^5 \pm 4 \cdot 10^3\text{ Па}$.

1.2.21. Рабочие условия эксплуатации:
окружающая температура от 243 до 323 К (от минус 30 до плюс 50°C);

относительная влажность до 98% при температуре 308 К (35°C);

атмосферное давление $10^5 \pm 4 \cdot 10^3\text{ Па}$.

1.2.22. Габаритные размеры преобразователя
 $104 \times 56 \times 52\text{ мм}$.

Габаритные размеры укладочного ящика
 $269 \times 90 \times 190\text{ мм}$.

Габаритные размеры транспортной тары
 $480 \times 256 \times 316\text{ мм}$.

1.2.23. Масса преобразователя не более 0,5 кг.

Масса преобразователя в укладочном ящике не более 2 кг.

Масса преобразователя в транспортной таре не более 10 кг.

1.3. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

Преобразователь поставляется в комплекте согласно табл. 1.

Таблица 1

Наименование	Обозначение	Кол., шт.	Примечание
1. Ящик укладочный	4.161.082	1	
2. Вкладыш	7.840.071	1	
3. Преобразователь приемный термисторный коаксиальный М5-89	4.681.024	1	
4. Вставка термисторная коаксиальная	4.681.020-01	3	Крепятся внутри футляра преобразователя
5. Техническое описание и инструкция по эксплуатации	4.681.024 ТО	1 экз.	
6. Формуляр	4.681.024 ФО	1 экз.	

1.4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

В преобразователе М5-89 при измерении СВЧ мощности используется метод замещения, основанный на эквивалентности теплового действия на терморезистор мощности СВЧ и мощности постоянного тока, а также на эквивалентности изменения сопротивления терморезистора при нагреве его рабочего тела постоянным током и током СВЧ.

Электрическая схема преобразователя приведена на рис. 2.

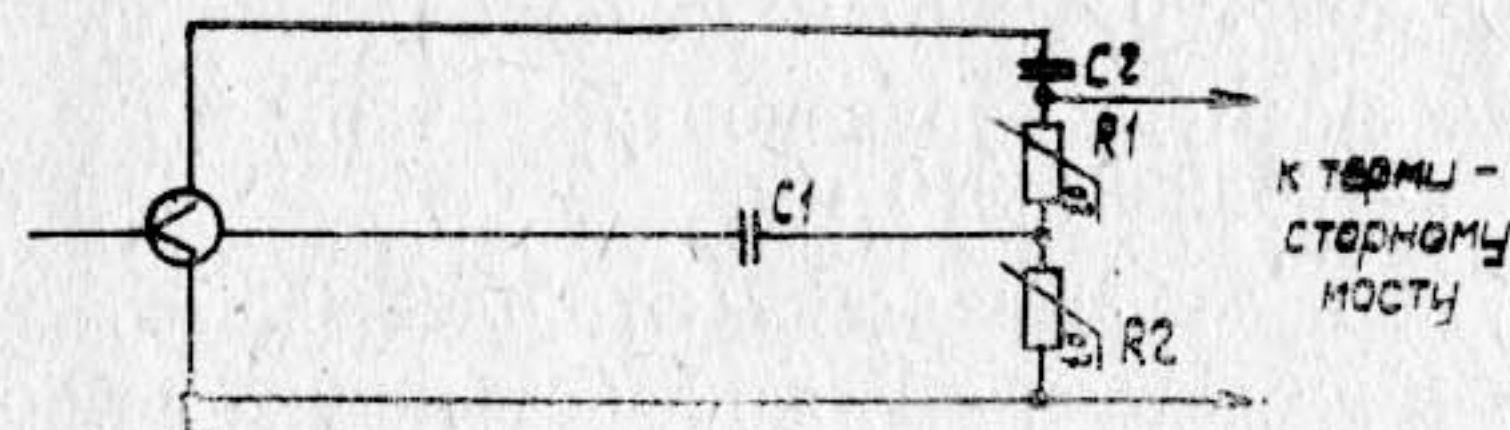


Рис. 2. Электрическая схема преобразователя

R1, R2 — теплосвязанные терморезисторы СТЗ-32;

C1, C2 — конструктивные конденсаторы

В качестве датчиков СВЧ мощности в преобразователе применен теплосвязанный терморезистор СТЗ-32, который включается параллельно в СВЧ тракт и последовательно в цепь замещения. Измеряемая СВЧ мощность подается на терморезистор через конструктивный конденсатор C1.

Преобразователь (рис. 3) состоит из термисторной вставки, представляющей собой согласованную нагрузку с терморезистором в ней, высокочастотного перехода со стандартного сечения коаксиала на сечение коаксиального тракта термисторной вставки с конструктивным конденсатором в разрыве центрального проводника коаксиала и разъемного футляра.

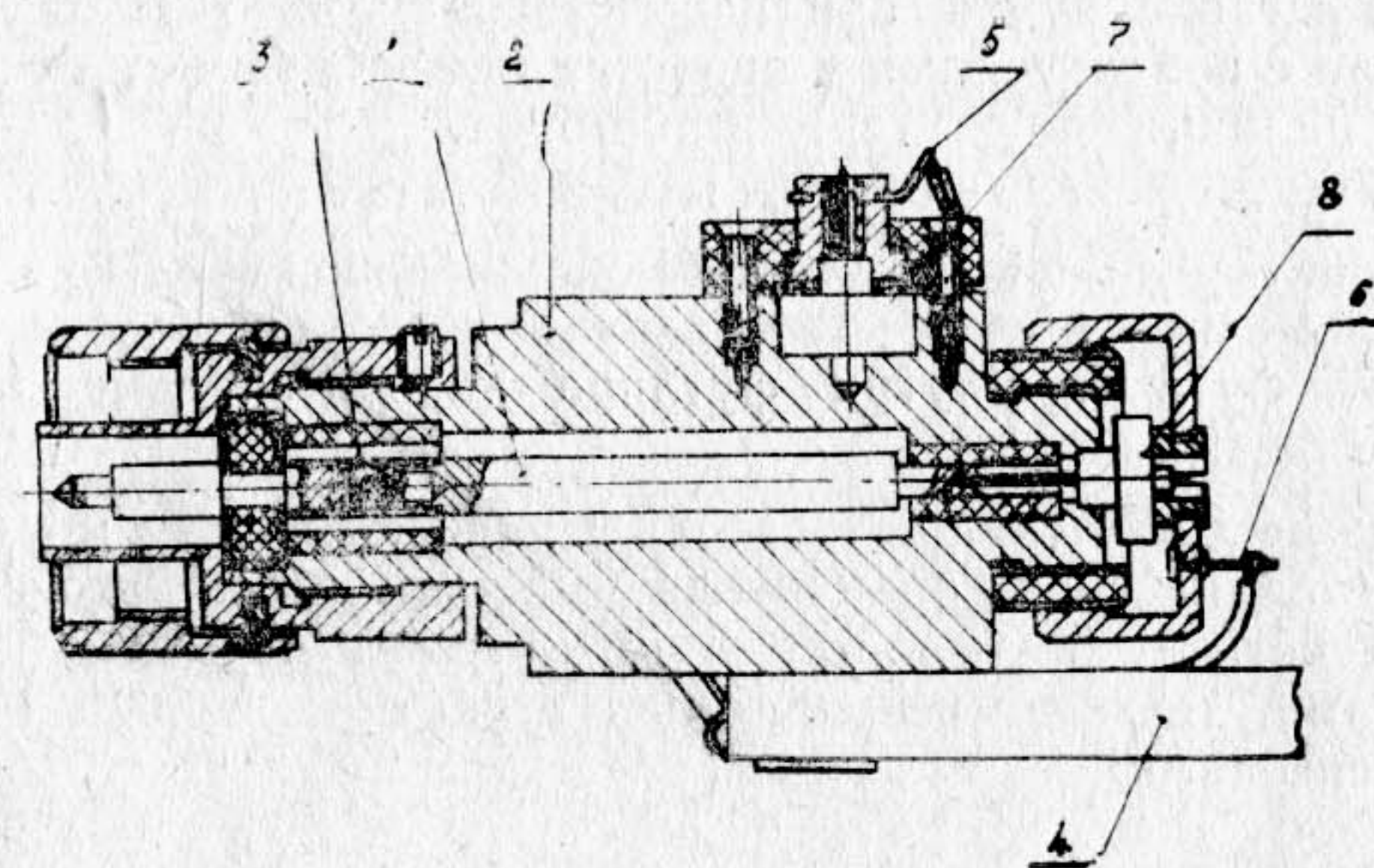


Рис. 3. Преобразователь приемный термисторный коаксиальный

1 — стержень;

2 — корпус;

3 — конденсатор;

4 — кабель;

5 — лепесток (вывод термокомпенсирующей вставки);

6 — вывод рабочей вставки;

7 — термокомпенсирующая вставка;

8 — рабочая вставка

Конструктивный конденсатор выполнен в виде керамической шайбы с емкостью 120—240 пФ.

Термисторная вставка (рис. 4) представляет собой отрезок коаксиального тракта, оканчивающийся термисторной камерой. Средний вывод терморезистора приваривается методом точечной сварки к стержню, а два других — к втулке и корпусу, между которыми расположен керамический конденсатор.

В корпусе преобразователя имеется камера, в которую помещена термокомпенсирующая термисторная вставка, не связанная с ВЧ трактом, но находящаяся в тех же температурных условиях, что и рабочая вставка.

Эта вставка нужна при использовании преобразователя в комплекте с измерителями мощности, для работы которых необходимо наличие двух терморезисторов.

Для предохранения преобразователя от механических повреждений и уменьшения влияния окружающей среды на тепловой и временной дрейф преобразователь помещается в пластмассовый футляр. Внутри футляра находятся три рабочих запасных вставки.

Подключение преобразователя к термисторному мосту осуществляется кабелем, оканчивающимся цветными штепселями. Рабочая вставка включается в цепь моста черным и белым штепселями, термокомпенсирующая вставка — черным и красным штепселями.

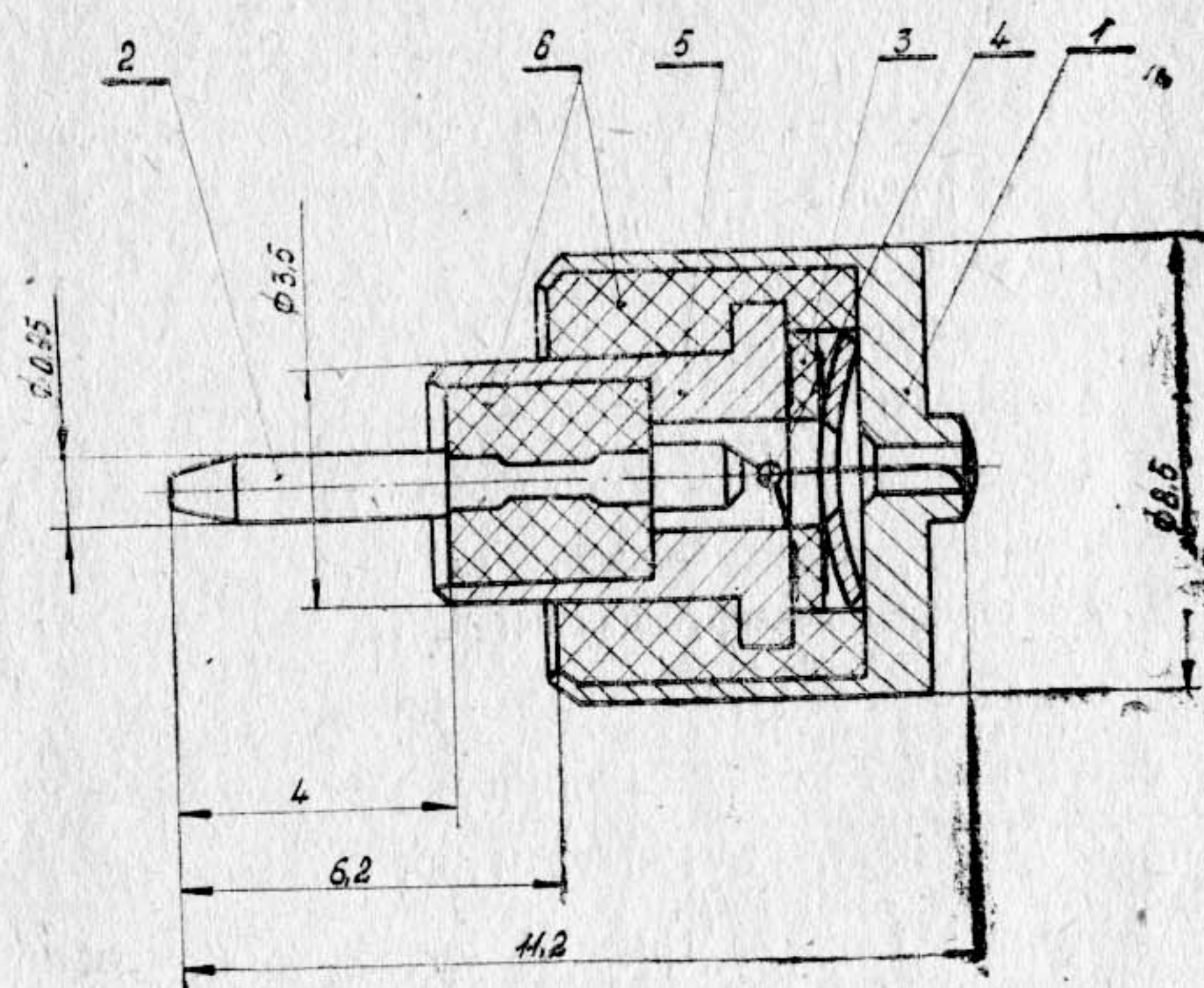


Рис. 4. Вставка термисторная

- 1 — корпус;
- 2 — стержень;
- 3 — конденсатор;
- 4 — терморезистор;
- 5 — втулка;
- 6 — изоляторы

2. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

2.1. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

Меры предосторожности при работе с преобразователями соответствуют мерам, принимаемым обычно при работе с лабораторными радиотехническими приборами общего применения.

2.2. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Перед началом работы необходимо изучить техническое описание и инструкцию по эксплуатации.

При эксплуатации преобразователя необходимо помнить, что преобразователь содержит термочувствительный элемент, поэтому нужно остерегаться сильных тепловых потоков и больших перегрузок.

Для измерения СВЧ мощности необходимо присоединить преобразователь к термисторному мосту.

После подключения преобразователя включить измерительный мост согласно инструкции по эксплуатации.

Сбалансировать мост на рабочем сопротивлении и прогреть в течение времени, указанного в техническом описании на мост, но не менее 30 мин. Перед подачей измеряемой мощности производится установка нуля термисторного моста.

2.3. ПОРЯДОК РАБОТЫ

Присоединить преобразователь к измеряемому СВЧ тракту, не подавая СВЧ мощности.

Сбалансировать мост на рабочем сопротивлении преобразователя.

Подать СВЧ мощность и провести измерения согласно инструкции по эксплуатации моста. В том случае, если в процессе работы необходимо измерить мощность без отключения источника СВЧ мощности, мост балансируют, не подключая преобразователь к СВЧ тракту.

Измеряемая мощность подсчитывается по формуле

$$P_{\text{изм}} = \frac{P_{\text{отсч}}}{K_{\text{эф}}},$$

где $P_{\text{отсч}}$ — мощность, отсчитанная по шкале индикаторного устройства;

$K_{\text{эф}}$ — коэффициент эффективности преобразователя, указанный в формуляре на преобразователь.

При измерении мощности с использованием моста ваттметра МЗ-22А преобразователь подключается к мосту через резисторы $90 \pm 1 \text{ Ом}$, включенные последовательно в цепях рабочего и термокомпенсирующего термисторов. В этом случае измеряемая мощность подсчитывается по формуле

$$P_{\text{изм}} = \frac{0,625 \cdot P_{\text{отсч}}}{K_{\text{эф}}}.$$

Погрешность измерения мощности определяется погрешностью мостового устройства и погрешностью аттестации по $K_{\text{эф}}$ приемного преобразователя и вычисляется по формуле

$$\delta = \pm \sqrt{\delta_{\text{м}}^2 + \delta_{\text{кэф}}^2},$$

где $\delta_{\text{м}}$ — погрешность термисторного моста;

$\delta_{\text{кэф}}$ — погрешность коэффициента эффективности.

В погрешность измерения мощности не входит погрешность за счет рассогласования.

Дополнительная погрешность измерения мощности, возникающая после скачка окружающей температуры, равна

$$\delta_{\text{доп}} = V_0 \cdot \Delta t \cdot \Delta T,$$

где V_0 — наибольшая средняя скорость дрейфа преобразователя, вызванная скачком температуры, мкВт/мин. град;

ΔT — величина скачка окружающей температуры, °С;

Δt — время измерения, равное интервалу времени между установкой нуля и отсчетом величины измеряемой мощности, мин.

2.4. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

2.4.1. Наиболее часто встречающиеся неисправности сведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Методы устранения	Примечание
Мост не балансируется	Обрыв провода соединительного кабеля	Проверить омметром качество соединительных проводов кабеля	
	Обрыв термистора	Сменить термисторную вставку	
	Неисправен мост	Смотри инструкцию по эксплуатации моста	

2.4.2. Указания по ремонту

Ремонт преобразователя заключается в замене вышедших из строя термисторных вставок.

Смена вставок производится в случае нарушения их целостности.

Для замены термисторных вставок необходимо снять пломбу, отвернуть винты, крепящие половинки футляра, и вынуть преобразователь. Отпаять от гайки провод и, отвернув ее, заменить термисторную вставку.

При смене термокомпенсирующей вставки необходимо отвернуть два винта, крепящие текстолитовую шайбу, и произвести замену.

Примечание. Распайка концов кабеля производится следующим образом. К лепестку на корпусе паять металлическую оплетку (штепсель черного цвета), к выводу рабочей вставки паять одинарный провод (штепсель белого цвета), к выводу термокомпенсирующей вставки паять двойной провод (штепсель красного цвета).

После замены термисторной вставки необходимо проверить $K_{\text{ст}}$ U , $K_{\text{эф}}$, мощность смещения и отличие мощности смещения термокомпенсирующей вставки от рабочих.

2.5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Преобразователь не содержит сложных механических и электрических узлов, поэтому не требует проведения особых профилактических работ в течение длительного времени эксплуатации.

Бережное отношение с преобразователем, эксплуатация в соответствии с настоящей инструкцией обеспечивает длительную безотказную работу преобразователя.

При эксплуатации следует обращать особое внимание на чистоту и сохранность высокочастотных и низкочастотных разъемов преобразователей и соединительных кабелей.

Высокочастотный разъем преобразователя должен быть закрыт крышкой.

2.6. ПОВЕРКА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

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» и устанавливает методы и средства поверки преобразователей М5-89, находящихся в эксплуатации, на хранении и выпускаемых из ремонта.

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

2.6.1. Операции и средства поверки

При проведении поверки должны производиться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 3, 4.

Таблица 3

Номера пунктов настоящего ТО	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей, предельные значения параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
2.6.3.1	Внешний осмотр	К ст U	0,1; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0; 2,25; 2,5; 2,75; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5; 10; 10,5; 11; 11,5; 12 ГГц	Я2М-21 Я2М-22 Я2М-23 Я2М-24 КМС-23	Г4-107, Г4-76А Г4-78—Г4-83 Г4-109, РК2-47, Р2-52/3, Р1-34, Э6-35, Э6-36, М3-10А, В8-7, Э6-29, Э6-33
2.6.3.2	Опробование				
2.6.3.3	Определение метрологических параметров:				
а)	К ст U	1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0; 2,25; 2,5; 2,75; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5; 10; 10,5; 11; 11,5; 12 ГГц	1,4 (в диапазоне 0,1—4,0 ГГц) 1,5 (в диапазоне свыше 4,0 до 10,0 ГГц) 1,7 (в диапазоне свыше 10 до 12 ГГц)		
б)	К эф	1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0; 2,25; 2,5; 2,75; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5; 10,0; 10,5; 11,0; 11,5; 12 ГГц	0,8 (в диапазоне 0,1—7,5 ГГц) 0,7 (в диапазоне свыше 7,5 до 12,0 ГГц)		Г4-76, Г4-78— Г4-83, М3-22А Э6-29, Э6-33, Э6-35, Э6-36, Ч8-54, Э2-108
в)	Мощность смещения		17—35 мВт (R _т = 150 Ом) 10—30 мВт R _т = 240 Ом)		М2020, Б5-30, Р-33, М-95

Номера пунктов настоящего ТО	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей, предельные значения параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
г)	Отличие мощности смещения термокомпенсирующей вставки от рабочих		20%		М2020, Б5-30, Р-33, М-95

Примечания:

1. Вместо указанных в таблице образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.

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

Таблица 4

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
1. Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 100—400 МГц	1%	Г4-107	
2. То же	Диапазон частот 0,4—1,2 ГГц	1%	Г4-76А	
3. »	Диапазон частот 1,16—1,78 ГГц	0,5%	Г4-78	
4. »	Диапазон частот 1,78—2,56 ГГц	0,5%	Г4-79	
5. »	Диапазон частот 2,56—4 ГГц	0,5%	Г4-80	
6. »	Диапазон частот 4—5,6 ГГц	0,5%	Г4-81	
7. »	Диапазон частот 5,6—7,5 ГГц	0,5%	Г4-82	
8. »	Диапазон частот 7,5—10,5 ГГц	0,5%	Г4-83	
9. »	Диапазон частот 8,51—12 ГГц	10—3%	Г4-109	
10. Вентиль коаксиальный	Диапазон частот 0,9—1,8 ГГц К _{ст} U = 1,3		Э6-29	
11. То же	Диапазон частот 1,5—3 ГГц К _{ст} U = 1,3		Э6-33	

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
12. Вентиль коаксиальный	Диапазон частот 2,35—4,7 ГГц $K_{ст} U = 1,3$		Э6-35	
13. Вентиль коаксиальный	Диапазон частот 4—7 ГГц $K_{ст} U = 1,3$		Э6-36	
14. Вентиль коаксиальный 2.068.016 ТУ	Диапазон частот 7—10 ГГц $K_{ст} U = 1,3$			
15. Ваттметр поглощаемой мощности термисторный (индикаторное устройство)	Пределы измерения 0,05—6 мВт	1,5%	М3-22А	Спец.
16. Измеритель КСВ панорамный	Диапазон частот 0,1—1,25 ГГц	5К	РК2-47	
17. Измеритель КСВ панорамный	Диапазон частот 1,07—2,14 ГГц	5К	Р2-52/3	
18. Линия измерительная	Диапазон частот 2—12 ГГц	3%	Р1-34	
19. Источник постоянного тока	Пределы измерения напряжения 0—50 В		Б5-30	
20. Магазин сопротивлений	Пределы измерения 0—99999,9 Ом	0,2%	Р-33	
21. Вольтамперметр	Пределы измерения 0,75 мА—30 А	0,5%	М2020	
22. Микроамперметр	Пределы измерения 0—50 мкА	1,5%	М95	

23. Измеритель отношения напряжений	Чувствительность 1 мкВ	1,5%	В8-7	
24. Преобразователь падающей мощности	Диапазон частот 0,15—1 ГГц $K_{эф} \leq 0,03$	2,5%	Я2М-23	
25. То же	Диапазон частот 1—3 ГГц $K_{эф} \leq 0,03$	2,5%	Я2М-24	
26. То же	Диапазон частот 3—5,5 ГГц $K_{эф} \leq 0,03$	2,5%	Я2М-21	
27. То же	Диапазон частот 5,5—10 ГГц $K_{эф} \leq 0,03$	2,5%	Я2М-22	
28. Калибратор СВЧ мощности	Диапазон частот 8,24—12,05 ГГц $K_{эф} \leq 0,03$	2,5%	КМС-23А	
29. Переход коаксиальный	Диапазон частот 0,1—4 ГГц $K_{ст} U = 1,1$ потери 0,05 дБ		Э2-111/4	
30. То же	Диапазон частот 3—10 ГГц $K_{ст} U = 1,1$ потери 0,05 дБ		Э2-115/4	
31. Переход коаксиально-волноводный	Диапазон частот 8,24—12,05 ГГц $K_{ст} U = 1,1$ потери 0,15 дБ		Э2-108	
32. Ваттметр поглощаемой мощности термисторный (мост термисторный Я2М-64)	Пределы измерения 0,1—10 мВт	$2 + 0,5 \frac{P_k}{P_x}$	М3-10А	

2.6.2. Условия поверки и подготовка к ней

При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

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

относительная влажность воздуха $65 \pm 15\%$;

атмосферное давление 100 ± 4 кН/м² (750 ± 30 мм рт. ст.).

Перед проведением операций поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

проверить комплектность преобразователя;

промыть спиртом ВЧ разъем;

разместить поверяемый преобразователь на рабочем месте, обеспечив удобство работы и исключая попадание на него прямых солнечных лучей.

2.6.3. Проведение операций поверки

2.6.3.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть проверено:

отсутствие механических повреждений высокочастотного и низкочастотного разъемов, чистота разъемов;

исправность соединительного кабеля.

В случае обнаружения дефектов преобразователь подлежит забракованию и направлению в ремонт.

2.6.3.2. Опробование

Для опробования преобразователя в работе необходимо произвести баланс с мостом ваттметра МЗ-22А в соответствии с инструкцией по эксплуатации на ваттметр МЗ-22А.

При обнаружении неисправности преобразователь подлежит забракованию и направлению в ремонт.

2.6.3.3. Определение метрологических параметров:

а) Определение $K_{\text{ст}}$ U преобразователя.

Определение $K_{\text{ст}}$ U производится по схеме рис.5.

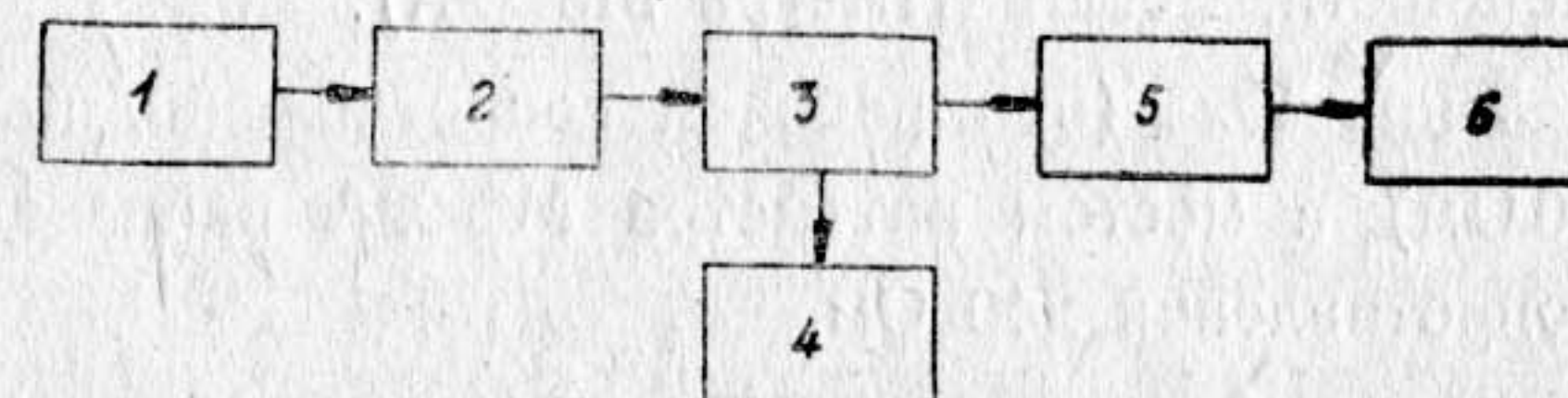


Рис. 5. Схема определения $K_{\text{ст}}$ U преобразователя

- 1 — генератор сигналов высокочастотный,
- 2 — вентиль коаксиальный,
- 3 — линия измерительная,
- 4 — измеритель отношения напряжений,
- 5 — поверяемый преобразователь,
- 6 — мост термисторный ваттметра МЗ-10А

При определении $K_{\text{т}}$ U термисторный мост должен быть сбалансирован на рабочем сопротивлении преобразователя при поданной мощности в измерительный тракт.

Определение $K_{\text{т}}$ U производится через 0,25 ГГц в диапазоне частот 0,1—3,0 ГГц и через 0,5 ГГц в диапазоне частот выше 3 до 12 ГГц.

$K_{\text{т}}$ U преобразователя может измеряться на автоматических измерителях $K_{\text{ст}}$ U с погрешностью не более $\pm 7\%$.

б) Определение $K_{\text{эф}}$ преобразователя.

Определение $K_{\text{эф}}$ преобразователя производится по схеме рис. 6.

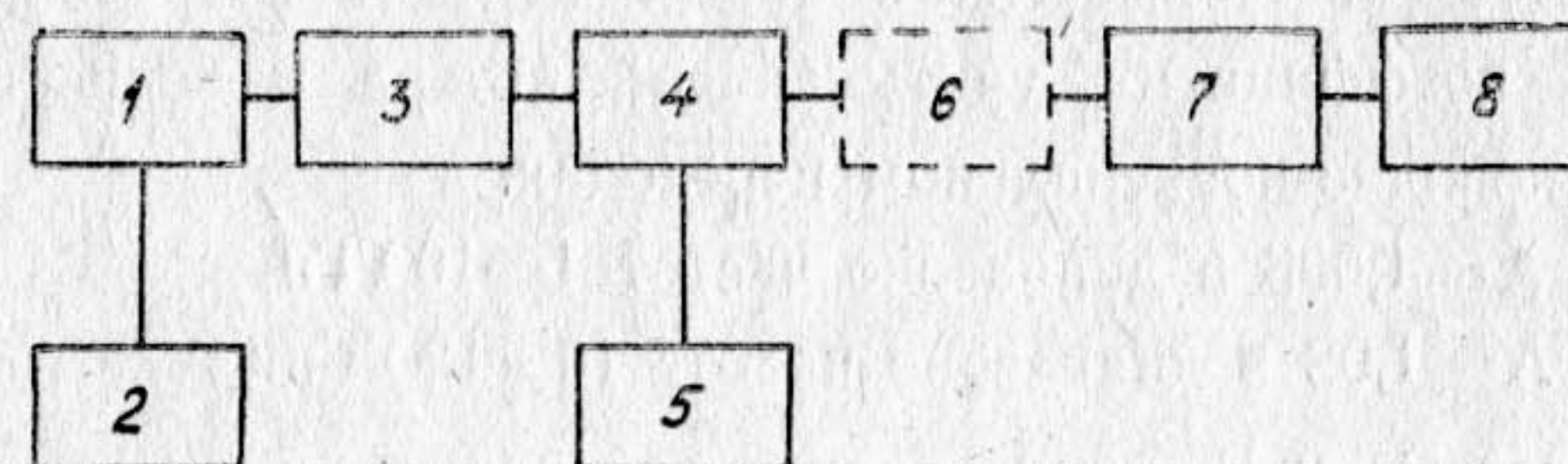


Рис. 6. Схема определения $K_{\text{эф}}$ преобразователя

- 1 — генератор сигналов высокочастотный,
- 2 — частотомер,
- 3 — вентиль,
- 4 — преобразователь падающей мощности,
- 5 — мост ваттметра МЗ-22А,
- 6 — переход,
- 7 — поверяемый преобразователь,
- 8 — мост ваттметра МЗ-22А

Определение $K_{эф}$ преобразователя производится путем измерения мощности измерителем с поверяемым преобразователем и образцовым измерителем мощности (преобразователь падающей мощности, мост ваттметра МЗ-22А).

Определение $K_{эф}$ (при рабочем сопротивлении преобразователя 150 Ом) с мостом ваттметра МЗ-22А производится на рабочем сопротивлении 240 Ом.

При этом преобразователь подключается к мосту через резисторы сопротивлением 90 ± 1 Ом, включенные последовательно в цепи рабочего и термокомпенсирующего термисторов.

В этом случае $K_{эф}$ определяется по формуле

$$K_{эф} = \frac{0,625 \cdot P_n \cdot A \cdot (1 + K_{ст}U)^2}{4K_0P_0 \cdot K_{ст}U},$$

где P_n — мощность, измеренная термисторным мостом, в схему которого включен поверяемый преобразователь;

P_0 — показания образцового моста (ваттметра);

K_0 — коэффициент передачи преобразователя падающей мощности;

$K_{ст}U$ — коэффициент стоячей волны, измеренный на входе коаксиального или волноводно-коаксиального перехода совместно с поверяемым преобразователем.

A — коэффициент, учитывающий потери в коаксиальном или волноводно-коаксиальном переходах.

$A=1,005$ в диапазоне частот 1—10 ГГц,

$A=1,02$ в диапазоне частот 10—12 ГГц.

Отсчет P_n и P_0 производится одновременно.

По результатам пяти измерений определяют среднее арифметическое значение $K_{эф}(\alpha_{ср})$, которое записывается в формуляр на преобразователь. При этом отношение разности максимального (α_{max}) и минимального (α_{min}) значений $K_{эф}$ при пяти измерениях к среднему значению не должно быть более $\pm 2\%$.

Предельная случайная погрешность ($\delta_{пр}$) при пяти измерениях не превышает $\pm 1,16\%$.

$$\delta_{пр} = \mu_n \frac{\alpha_{max} - \alpha_{min}}{\alpha_{ср}} \cdot 100\%,$$

где μ_n — коэффициент, зависящий от числа измерений.

Для пяти измерений $\mu_n = 0,58$.

При поверке преобразователя с мостами, имеющими значения рабочих сопротивлений термистора 150 Ом, и при поверке $K_{эф}$ с мостом ваттметра МЗ-22А на рабочем сопротивлении 240 Ом, $K_{эф}$ подсчитывается по формуле

$$K_{эф} = \frac{P_n \cdot A \cdot (1 + K_{ст}U)^2}{4K_0P_0 \cdot K_{ст}U}.$$

Преобразователь считается годным, если выполняется условие

$$(K_{эф} - K_{эфн}) \cdot 100 < \sqrt{\delta_n^2 + \delta_{ат}^2},$$

где $K_{эф}$ и $K_{эфн}$ — значения коэффициента преобразования; полученное в результате данной поверки и приведенное в формуляре (предыдущая поверка);

$\delta_n, \delta_{ат}$ — значения погрешности коэффициента эффективности (в процентах), приведенное в формуляре и полученное в результате данной поверки.

Погрешность проверки $K_{эф}$ преобразователя определяется выражением

$$\delta = \sqrt{\delta_1^2 + 2\delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2 + \gamma\delta_6},$$

где δ_1 — относительная погрешность коэффициента передачи калибратора мощности;

δ_2 — относительная погрешность термисторного моста;

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

$$\frac{K_{ст}U - 1}{K_{ст}U + 1} \cdot \frac{\Delta K_{ст}U}{K_{ст}U},$$

где $\frac{\Delta K_{ст}U}{K_{ст}U}$ — относительная погрешность измерения $K_{ст}U$.

δ_4 — случайная погрешность результата измерений коэффициента эффективности $\delta_4 = \pm 1,16\%$;

δ_5 — погрешность за счет потерь в коаксиальном и волноводно-коаксиальном переходах;

$\delta_5 = 0,5\%$ в диапазоне частот 0,15—10 ГГц;

$\delta_5 = 1,75\%$ в диапазоне частот 10—12 ГГц;

δ_6 — относительная погрешность за счет рассогласования

$$\delta_6 = 2 \cdot K_{\text{эфф}} \cdot K_{\text{пр}},$$

где $K_{\text{эфф}}$ — модуль эффективного коэффициента отражения преобразователя падающей мощности, приведенный в свидетельстве по его аттестации;

$K_{\text{пр}}$ — коэффициент отражения, измеренный на входе коаксиального или волноводно-коаксиального перехода совместно с проверяемым преобразователем;

γ — весовой коэффициент, зависящий от отношения

$$\frac{3\delta_6}{\sqrt{\delta_1^2 + 2\delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2}}$$

и определяемый по табл. 5.

Таблица 5

$\frac{3\delta_6}{\sqrt{\delta_1^2 + 2\delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2}}$	0	1	2	4	6	8	10
γ	0	0,53	0,70	0,85	0,93	0,97	0,98

в) Определение мощности смещения и отличия мощности смещения термокомпенсирующей вставки от рабочих.

Определение мощности смещения и отличия мощности смещения термокомпенсирующей вставки от рабочих производится по схеме рис. 7.

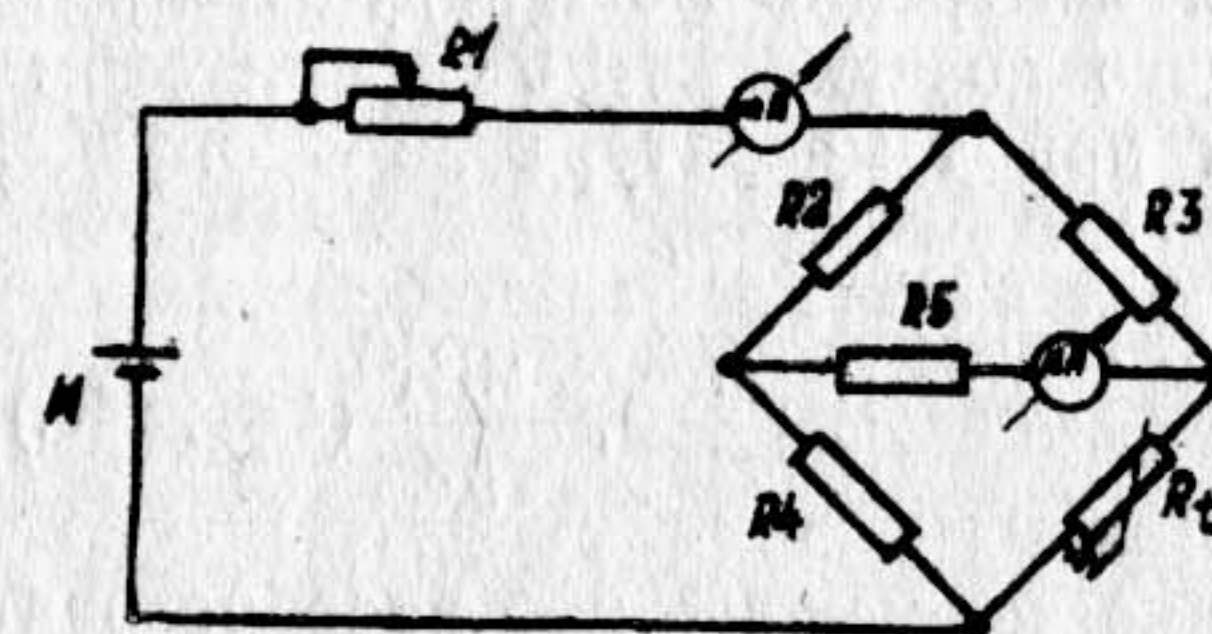


Рис. 7. Схема проверки мощности смещения и отличия мощности смещения термокомпенсирующей вставки от рабочих

R_t — преобразователь термисторный;

$R1, R2, R3, R4, R5$ — магазин сопротивлений Р-33;

мА — миллиамперметр М2020;

μА — индикатор баланса, микроамперметр М-95;

И — источник постоянного тока Б5-30

Сопротивления $R2$ и $R3$ устанавливаются равными 1000 Ом, сопротивление $R4$ устанавливается равным рабочему сопротивлению преобразователя, сопротивление $R5$ устанавливается в пределах 300—400 Ом.

Измерение мощности смещения производится после выдержки преобразователя при постоянной температуре с нестабильностью не более 1°C в час в течение 4 ч.

С помощью переменного сопротивления $R1$ ток моста регулируется до величины, при которой наступает баланс моста.

Ток смещения для симметричной схемы моста равен половине тока питания моста.

$$I_r = \frac{I_0}{2}.$$

Мощность смещения в мВт, определяется по формуле

$$P = \frac{1}{4} I_0^2 R_t \cdot 10^{-3},$$

где I_0 — ток питания моста при балансе А;

R_t — рабочее сопротивление преобразователя, Ом.

Мощность смещения термокомпенсирующей вставки измеряется при сопротивлении термистора 150 Ом.

Допускается измерение мощности смещения при температуре окружающего воздуха $20 \pm 5^\circ\text{C}$, при этом значение мощности смещения при температуре 20°C определяется по формуле

$$P_{20^\circ\text{C}} = P_{\text{изм}} + 0,2 \frac{\text{мВт}}{\text{град}} (t - 20^\circ\text{C}),$$

где $P_{20^\circ\text{C}}$ — мощность смещения преобразователя при данной температуре окружающего воздуха, мВт;
 t — температура окружающего воздуха, $^\circ\text{C}$.

2.6.4. Оформление результатов поверки

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

2.6.4.2. При ведомственной поверке положительные результаты записываются в протоколы поверки, форма которых приведена в приложении 1, и заверяются в порядке, установленном органом ведомственной метрологической службы.

2.6.4.3. Запрещается выпуск в обращение и применение преобразователей, прошедших поверку с отрицательными результатами.

2.7. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

Хранение преобразователя допускается в неотапливаемых хранилищах в следующих условиях:

температура окружающего воздуха от минус 55 до плюс 30°C ;

относительная влажность до 98% при температуре 25°C .

В помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, а также газов, вызывающих коррозию.

Если преобразователь находился в условиях, резко отличающихся от нормальных, подготовку его к работе следует проводить после соответствующей выдержки в нормальных условиях в течение 24 ч.

Перед постановкой на длительное хранение преобразователь должен быть законсервирован. Консервация заключается в следующем.

Высокочастотный разъем преобразователя должен быть закрыт крышкой.

Разъемы соединительного кабеля должны быть обернуты парафинированной бумагой и обвязаны нитками.

Преобразователь помещается в укладочный ящик.

Переконсервации преобразователь не подлежит.

2.8. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

2.8.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки

При дальнейшем транспортировании высокочастотный разъем преобразователя должен быть закрыт крышкой.

Преобразователь укладывается в укладочный ящик, который необходимо обернуть парафинированной бумагой и положить в полиэтиленовый чехол. Затем обернуть водонепроницаемой бумагой, перевязать шпагатом и поместить в транспортный ящик.

Пространство между стенками укладочного и транспортного ящиков должно заполняться гофрированным картоном. Зазор между стенками должен быть не менее 40 мм.

Транспортный ящик должен быть выстлан водонепроницаемой двухслойной бумагой. По периметру обивается стальной лентой.

Транспортный ящик имеет маркировку, включающую следующие знаки: «ВЕРХ», «НЕ КАНТОВАТЬ», «ОСТОРОЖНО, ХРУПКО», «БОИТСЯ СЫРОСТИ».

2.8.2. Условия транспортирования

Транспортирование должно осуществляться в закрытом транспорте. В процессе транспортирования должна быть предусмотрена защита от прямого попадания атмосферных осадков, пыли.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Форма протокола поверки
преобразователя приемного термисторного коаксиального
М5-89 №

f, ГГц	K _{ст} U	Kэф

Вывод о пригодности.....

Подпись поверителя.....

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

КАРТОЧКА ОТЗЫВА ПОТРЕБИТЕЛЯ

Карточка отзыва потребителя возвращается изготовителю не позднее одного года с момента получения (эксплуатации) прибора.

1. Тип прибора М5-89
2. Заводской номер прибора 1091
3. Дата выпуска прибора 27.12.90
4. Получатель и дата получения прибора _____

5. В каком состоянии прибор поступил к Вам: были ли замечены какие-либо дефекты по причине некачественной упаковки или изготовления _____

6. Когда и какой ремонт или регулировку потребовалось производить за время работы прибора _____

7. Какие элементы приходилось заменять _____

8. Результаты проверки технических характеристик прибора и соответствие их паспортным данным _____

9. Предъявлялись ли рекламации поставщику _____

указать номер и дату предъявления

10. Сколько времени прибор работал до первого отказа (в часах) _____

11. Насколько удобно работать с прибором в условиях Вашего предприятия _____

12. Ваши пожелания о направлениях дальнейшего совершенствования (модернизации) прибора _____

13. Сколько времени прибор наработал (суммарное время в часах) с момента его получения до заполнения карточки отзыва _____

Подпись _____

« _____ » 19 ____ г.

УВАЖАЕМЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ!

Изготовитель просит дать Ваш отзыв о работе прибора, заполнив и отправив «Карточку» в адрес отраслевого отдела качества с копией в наш адрес.

(линия сгиба)

1. Адрес: НИИРИТ, г. Каунас, служба
отраслевого отдела качества

2. Адрес предприятия-изготовителя

Место
для
марки

(линия сгиба)