ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

НАГРУЗКИ КОАКСИАЛЬНЫЕ С РАСЧЕТНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

РД 50-272—81

Цена 10 коп.

Москва
ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
1982

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАНЫ Сибирским научно-исследовательским институтом метрологии (СНИИМ)

ИСПОЛНИТЕЛИ

Б. А. Хворостов, Л. К. Штуден

ВНЕСЕНЫ Сибирским научно-исследовательским институтом метрологии

Директор института Б. П. Филимонов

УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта от 30 сентября 1981 г. № 4453

УДК 621.372.855.089.6:006.354

РУКОВОДЯЩИЙ НОРМАТИВНЫЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Нагрузки коаксиальные с расчетными параметрами.

Методы и средства поверки

РД 50-272—81

Введены впервые

Утверждены Постановлением Госстандарта от 30 сентября 1981 г. № 4453, срок введения установлен с 01.04. 82 г.

Настоящие методические указания распространяются на нагрузки коаксиальные с расчетными параметрами 1-го и 2-го классов (меры 1-го и 2-го разрядов по ГОСТ 8.172—75 и ГОСТ 8.173—75) с соединителями типов II, III и IX вариант 3 по ГОСТ 13317—80 и устанавливают методы и средства их первичной и периодической поверок (аттестаций). Методические указания разработаны в дополнение к ГОСТ 8.365—79 «ГСИ. Нагрузки коаксиальные. Методы и средства поверки» и должны применяться совместно с ним.

Нагрузка коаксиальная с расчетными параметрами (далее — нагрузка) конструктивно представляет собой коаксиальный волновод (приложение 1), состоящий из внешнего проводника в виде трубы, внутреннего проводника в виде стержня со ступенчатым изменением диаметра и поглотителя в виде клина, соединенного с тягой. Длина однородного участка стержня меньшего диаметра (далее — фазосдвигающий отрезок) определяет номинальное значение фазы коэффициента отражения нагрузки.

Основные электрические характеристики таких нагрузок определяют расчетным путем, исходя из реальных геометрических размеров нагрузки.

Допускается проводить поверку нагрузок методом прямых измерений по образцовым средствам измерений более высокого разряда согласно их нормативно-технической документации (НТД).

Поверку нагрузок проводят: 1-го класса — не реже одного раза в год; 2-го класса — не реже одного раза в два года.

© Издательство стандартов, 1982

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в табл. 1.

Таблица 1

Наименование операций	Номер пункта МУ	Обязательность проведения операций при	
		выпуске из производства и ремонте	эксплуатации и хранении
Внешний осмотр	4.1	Да	Да
Опробование	4.2	Да	Да
Определение метрологических параметров:	4.3		
проверка основных размеров элементов присоединения	4.3.1	Да	Да
определение диапазона частот	4.3.2	Да	Да
определение КСВН нагрузки	4.3.3	Да	Нет
определение фазы коэффициента отражения (только для мер полного сопротивления)	4.3.4	Да	Нет
определение предела допускаемой основной погрешности аттестации нагрузки по КСВН	4.3.5	Да	Нет
определение предела допускаемой основной погрешности аттестации нагрузки по фазе коэффициента отражения (только для мер полного сопротивления)	4.3.6	Да	Нет
повторная проверка элементов присоединения	4.3.7	Да	Нет
определение КСВН поглотителя	4.3.8	Да	Да
определение непостоянства КСВН нагрузки при перемещении поглотителя	4.3.9	Да	Да

Примечание. Указания по поверке методом прямых измерений даны в п. 4.4.

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

2.1.1. Комплекты приспособлений для проверки присоединительных размеров СВЧ соединителей Дт2.700.004, Дт2.700.005, Дт2.700.011.

Погрешность измерения линейных размеров от 0,007 до 0,05 мм в зависимости от назначения приспособления, входящего в комплект (при поверке по пп. 4.3.1, 4.3.7).

2.1.2. Длиномер пневматический высокого давления ротаметрического типа по ГОСТ 14866—76 с пневматическими пробками

по ГОСТ 14864—78 и установочными кольцами к ним по ГОСТ 14865—78.

Предел допускаемой основной погрешности от ±1,2 до ±8,0 мкм (при поверке по пп. 4.3.3, 4.3.4).

2.1.3. Скоба рычажная СР-25 по ГОСТ 11098—75. Пределы измерений 0—25 мм. Погрешность измерения не более 0,002 мм (при поверке по пп. 4.3.3, 4.3.4).

2.1.4. Оптиметр ИКГ-3 по ТУ 3-3.1041—75. Пределы измерения наружных размеров 0—500 мм. Погрешность измерения не более 0,003 мм (при поверке по п. 4.3.4).

2.1.5. Измерители коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН) по ГОСТ 16423—78 типов Р2-53/1, Р2-53/2, Р2-54/1, Р2-54/2, Р2-54/3, Р2-70, Р2-71. Предел допускаемой основной погрешности для КСВН$\leqslant$2 не более $\pm(5\,КСВН+5)$ % (при поверке по пп. 4.3.8, 4.3.9).

2.1.6. Ампервольтметр Р386. Предел измерения 0,1—1000 В. *Допускаемая основная погрешность*

$$\pm\left[0{,}06+0{,}02\left(\frac{U_{\text{предел измер.}}}{U_{\text{показ. приб.}}}-1\right)\right]\%.$$

2.2. Допускается применение отдельных, вновь разработанных или находящихся в применении средств поверки, прошедших метрологическую аттестацию в органах государственной метрологической службы и обеспечивающих необходимую точность измерения.

3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

3.1. Поверку проводят при следующих условиях:

температуре окружающего воздуха, °С	20±5
относительной влажности воздуха, %	65±15
атмосферном давлении, кПа (мм рт. ст.) . .	100±4 (750±30)

3.2. Перед проведением поверки нагрузку выдерживают в условиях, указанных в п. 3.1, не менее 1 ч.

3.3. Средства поверки подготавливают в соответствии с требованиями НТД на них.

3.4. Соединитель нагрузки протирают спиртом по ГОСТ 18300—72.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

4.1. Внешний осмотр

4.1.1. При проведении внешнего осмотра устанавливают соответствие нагрузки следующим требованиям:

при первичной поверке нагрузка должна быть укомплектована паспортом или другим документом, регламентирующим ее технические характеристики;

при периодической поверке нагрузка должна быть укомплектована паспортом или другим документом, регламентирующим ее технические характеристики, и свидетельствами о предыдущей и первичной поверках;

комплектность нагрузки должна соответствовать указанной в технической документации на нее;

надписи на индикаторе положения поглотителя (если это предусмотрено конструкцией нагрузки) и маркировка должны быть четкими;

нагрузка не должна иметь механических повреждений (вмятин, забоин, отслаивания покрытия и т. д.) и заусениц на контактных и токонесущих поверхностях.

4.1.2. Нагрузка, не удовлетворяющая требованиям пункта 4.1.1, дальнейшей поверке не подлежит.

4.1.3. При периодической поверке необходимо проверить у нагрузки наличие пломбы. Нагрузка, у которой нарушена или отсутствует пломба, подлежит первичной поверке.

4.2. Опробование

4.2.1. Проверить перемещение поглотителя в продольном направлении. Нагрузка, механизм перемещения которой не обеспечивает свободный, плавный ход поглотителя, дальнейшей поверке не подлежит.

4.2.2. Для нагрузок с подвижным внутренним проводником проверить возможность выставления присоединительных размеров 8,24; 5,28 (5,4) и $0,1_{max}$ для соединителей типов II, III и IX соответственно с помощью комплекта приспособлений для проверки присоединительных размеров, указанного в п. 2.1.1. Нагрузка, у которой внутренний проводник при перемещении не может принимать положение, обеспечивающее указанные присоединительные размеры, дальнейшей поверке не подлежит.

4.3. Определение метрологических параметров

4.3.1. Проверка основных размеров элементов присоединения

4.3.1.1. Проверке подлежат следующие присоединительные размеры для соединителей типов:

II — $\varnothing$ 6; $\varnothing$ 16,8; $\varnothing$ 18; 9,4; 8,24;

III—$\varnothing$8,04; ($\varnothing$8,1); $\varnothing$1,7; 5,28; (5,4);

IX—$\varnothing$4,6; $\varnothing$0,9; $0,1_{max}$;

отклонение от соосности внутреннего проводника относительно наружного.

Для нагрузок с подвижным внутренним проводником размеры 8,24; 5,28 (5,4) и $0,1_{max}$ проверке не подлежат.

4.3.1.2. Проверку присоединительных размеров проводят с помощью средств поверки, указанных в п. 2.1.1, согласно их паспорту. При проверке отклонения от соосности нагрузка должна располагаться в вертикальном положении, измерения проводят при трех положениях поглотителя — наиболее удаленном, среднем и наиболее близком к соединителю.

4.3.1.3. Нагрузка, присоединительные размеры которой не соответствуют требованиям НТД на нагрузку, дальнейшей поверке не подлежит.

4.3.2. Определение диапазона частот

4.3.2.1. Диапазон частот определяют одновременно с проверкой по п. 4.3.8.

Нагрузка, у которой пределы перемещения поглотителя из одного крайнего положения в другое на нижней частоте измерения составляют менее 0,6 длины волны, дальнейшей поверке не подлежит.

4.3.3. Определение КСВН нагрузки

4.3.3.1. КСВН нагрузки ($КСВН_н$) определяют на частотах, указанных потребителем, в пределах диапазона частот нагрузки, указанного в справочном приложении 2, или технической документации на нагрузку.

4.3.3.2. Разбирают нагрузку.

4.3.3.3. Внутренний проводник и внутреннюю поверхность внешнего проводника протирают спиртом.

4.3.4. Измеряют диаметры внешнего D и внутреннего d и d_1 (см. приложение 1) проводников с помощью средств измерений, указанных в пп. 2.1.2 и 2.1.3, согласно инструкции по их эксплуатации.

4.3.3.5. Для определения диаметров внутреннего проводника d и d_1 проводят измерения каждого из этих диаметров в пяти равномерно распределенных по длине сечениях. В каждом сечении проводят по пять измерений, равномерно вращая при этом внутренний проводник относительно его продольной оси. По результатам измерений определяют среднее арифметическое значение диаметра в каждом сечении d_k и d_{1k}. Действительное значение диаметра d или d_1 находят как среднее арифметическое их значений, полученных для каждого сечения на соответствующем участке стержня. Нагрузка, у которой максимальная разница между действительным значением диаметра и значением диаметра, полученным для каждого сечения, по абсолютной величине превышает допуск профиля продольного сечения, указанный в табл. 2, дальнейшей поверке не подлежит.

4.3.3.6. Для определения диаметра внешнего проводника D проводят измерения диаметра трубы в пяти равномерно распределенных сечениях, определяя таким образом значения D_k в каждом сечении. Действительное значение диаметра D определяют как среднее арифметическое его значений, полученных для каждого сечения. Нагрузка, у которой максимальная разница между действительным значением диаметра и значением диаметра, полученным для каждого сечения, по абсолютной величине превышает допуск профиля продольного сечения, указанный в табл. 2, дальнейшей поверке не подлежит.

Таблица 2

Класс нагрузки	Допуск профиля продольного сечения, мкм					
	Тип соединителя					
	II		III		IX	
	Стержень	Труба	Стержень	Труба	Стержень	Труба
1	25	30	16	25	8	16
2	40	50	25	40	12	25

4.3.3.7. Действительные значения диаметров d, d_1, D и максимальные отклонения измеренных в каждом сечении диаметров от их действительных значений $a = |d_k - d|_{max}$; $b = |d_{1k} - d_1|_{max}$; $c = |D_k - D|_{max}$ заносят в свидетельство о поверке.

4.3.3.8. $КСВН_н$ на фиксированной частоте рассчитывают по формуле

$$КСВН_н = КСВН_{но} + M_1(fD_0)^2 + 1{,}2КСВН_{но}(1 - КСВН_{но} - 2{,}4fl_0)\frac{D - D_0}{D_0} - 1{,}2КСВН_{но}(1 - \cos 2{,}4fl_0)\frac{d - d_0}{d_0} + 1{,}2КСВН_{но}^2\frac{d_1 - d_{10}}{d_{10}} - M_2\frac{l_0\sqrt{f}}{D_0}, \quad (1)$$

где $КСВН_{но}$ — номинальное значение $КСВН_н$; f — частота, на которой проводится поверка, ГГц; D_0 — номинальное значение диаметра внешнего проводника, мм; l_0 — номинальное значение длины фазосдвигающего участка, мм; d_0 и d_{10} — номинальные значения диаметра внутреннего проводника меньшего и большего размеров, мм; M_1, M_2 — коэффициенты, зависящие от $КСВН_{но}$.

Номинальные значения диаметров для нагрузок с различными соединителями приведены в табл. 3.

Таблица 3

Диаметр нагрузки	Номинальные значения диаметров для нагрузок мм, при $КСВН_{но}$								
	1,2	1,4	2,0	1,2	1,4	2,0	1,2	1,4	2,0
	Тип соединителя								
	II			III			IX		
d_{10}	7,984	8,818	10,543	3,493	3,858	4,613	1,747	1,929	2,306
d_0	6,948			3,04			1,52		
D_0	16			7			3,5		

Номинальные значения $КСВН_{но}$ и длины фазосдвигающего участка приведены в НТД на нагрузку или выгравированы на нагрузке. Для нагрузки с соединителем типа II, вместо l_0 берется

(l_0—1,16). В случае, если номинальное значение фазосдвигающего участка не указано, то его измеряют, например, штангенциркулем с погрешностью 0,1 мм.

Числовые значения коэффициентов:

$КСВН_{но}$	M_1	M_2
1,2	$5 \cdot 10^{-8}$	$5 \cdot 10^{-5}$
1,4	$19 \cdot 10^{-8}$	10^{-4}
2,0	$67 \cdot 10^{-8}$	$22 \cdot 10^{-5}$

Здесь значения M_2 указаны для серебряных покрытий. При покрытии химникелем M_2 равно 10^{-4}; $21 \cdot 10^{-5}$ и $45 \cdot 10^{-5}$ для $КСВН_{но}$ 1,2; 1,4 и 2,0 соответственно. При покрытии внутреннего проводника серебром, а внешнего — химникелем M_2 равно $6{,}6 \cdot 10^{-5}$; $13 \cdot 10^{-5}$ и $29 \cdot 10^{-5}$ для $КСВН_{но}$ 1,2; 1,4 и 2,0 соответственно.

Примечание. Результат вычислений по формуле (1) для нагрузок: 1-го класса — с точностью до третьего знака после запятой; 2-го класса — с точностью до второго знака после запятой.

4.3.3.9. К рассчитанному значению $КСВН_н$ добавляют поправку $\Delta_{пр}$ $КСВН_н$ за счет неидеальности присоединительного размера, в относительных единицах

$$\Delta_{пр}КСВН_н = A \cdot 10^{-2} КСВН_н f g \sin 2{,}4 f l_0, \qquad (2)$$

где A — коэффициент, принятый равным 0,38, 1,46, 1,32 для нагрузок с соединителями типов II, III и IX соответственно; g — отличие присоединительного размера соединителя нагрузки от размера, определяющего плоскость отсчета фазы коэффициента отражения, мм.

Присоединительный размер нагрузки по ГОСТ 13317—80, влияющий на значение поправки $\Delta_{пр}$ $КСВН_н$ и размер, определяющий плоскость отсчета фазы коэффициента отражения, приведены в табл. 4.

Таблица 4

Тип соединителя (вилка)		Присоединительный размер нагрузки по ГОСТ 13317—80	Размер, определяющий плоскость отсчета фазы коэффициента отражения φ, мм
II		$8{,}24 + 0{,}14$	8,24
III	вариант 1	$5{,}28 + 0.16$	5,28
	вариант 2	$5{,}4 \pm 0{,}08$	
IX		$0{,}1_{max}$	0

Допуск g может принимать различные значения: для нагрузок с подвижным внутренним проводником g принимают равным —0,13; —0,09 и —0,05 для соединителей типов II, III и IX соответственно, для нагрузок с неподвижным внутренним проводником

проводят измерение присоединительного размера нагрузки, указанного в табл. 4, и рассчитывают значение g как разность, где уменьшаемым является этот измеренный размер, а вычитаемым — размер, определяющий плоскость отсчета фазы коэффициента отражения.

Допуск g с учетом знака подставляют в формулу (2) для расчета поправки, а также заносят в свидетельство о поправке данной нагрузки.

4.3.3.10. Действительное значение $КСВН_{н.д}$ рассчитывают по формуле

$$КСВН_{н.д}=КСВН_{н}+\Delta_{пр}КСВН_{н} \qquad (3)$$

и заносят в свидетельство о поверке.

4.3.3.11. Нагрузка, $КСВН_{н.д}$ которой выходит за пределы допуска, указанного в обязательном приложении 3, дальнейшей поверке не подлежит.

4.3.4. Определение фазы коэффициента отражения (только для мер полного сопротивления).

4.3.4.1. Фазу коэффициента отражения φ определяют на частотах, указанных потребителем, в пределах диапазона частот нагрузки, указанного в справочном приложении 2 или в НТД на нагрузку.

4.3.4.2. Измеряют диаметр внешнего D и внутреннего d и d_1 проводников, как указано в пп. 4.3.3.4—4.3.3.6.

4.3.4.3. Измеряют длину фазосдвигающего участка l (см. приложение 1) с помощью средства измерений, указанного в п. 2.1.4, согласно инструкции по его эксплуатации. Погрешность измерения не должна превышать 0,01 мм.

4.3.4.4. Фазу коэффициента отражения нагрузки φ, град, на фиксированной частоте f рассчитывают по формуле

$$\varphi=180-2{,}402fl+N_1fD_0-N_2\left(\frac{D-D_0}{D_0}-\frac{d-d_0}{d_0}\right)\sin 2{,}4fl_0-$$
$$-N_3\frac{l_0\sqrt{f}}{D_0}, \qquad (4)$$

где N_1, N_2, N_3 — коэффициенты, зависящие от $КСВН_{н0}$. Остальные обозначения приведены в п. 4.3.3.8.

Числовые значения коэффициентов:

$КСВН_{н0}$	N_1	N_2	N_3
1,2	$39\cdot10^{-3}$	$3{,}8\cdot10^{-2}$	$1{,}68\cdot10^{-2}$
1,4	$51\cdot10^{-3}$	$2{,}1\cdot10^{-2}$	$1{,}68\cdot10^{-2}$
2,0	$54\cdot10^{-3}$	$1{,}68\cdot10^{-2}$	$1{,}68\cdot10^{-2}$

Здесь значения N_3 указаны для серебряных покрытий. При покрытии химникелем $N_3=3{,}5\cdot10^{-2}$. При покрытии внутреннего проводника серебром, а внешнего — химникелем $N_3=2{,}2\cdot10^{-2}$.

Для нагрузок с соединителем типа II вместо измеренного значения длины фазосдвигающего участка l берется ($l-1{,}16$).

4.3.4.5. К рассчитанному значению φ добавляют поправку $\Delta_{пр}\varphi$ за счет неидеальности присоединительного размера, град,

$$\Delta_{пр}\varphi=-2{,}4fg-B\left(1-\frac{КСВН^2_{н0}+1}{КСВН^2_{н0}-1}\cos 2{,}4fl_0\right)fg, \qquad (5)$$

где B — коэффициент, принятый равным 0,2; 0,8; 0,8 для нагрузок с соединителями типов II, III и IX соответственно.

Допуск g определяют по п. 4.3.3.9.

4.3.4.6. Значение длины фазосдвигающего участка l и действительное значение фазы коэффициента отражения нагрузки φ_g, равное сумме φ и $\Delta_{пр}\varphi$, заносят в свидетельство о поверке.

Примечание. Результат по формуле (4) должен быть вычислен с точностью до первого знака после запятой.

4.3.5. Определение предела допускаемой основной погрешности аттестации нагрузки по КСВН.

4.3.5.1. Предел допускаемой основной погрешности аттестации нагрузки $\delta КСВН_н$, %, определяют по формуле

$$\delta КСВН_н=\sqrt{(\delta КСВН_н)^2_1+(\delta КСВН_н)^2_2+(\delta КСВН_н)^2_3+(\delta КСВН_н)^2_4}, \qquad (6)$$

где $(\delta КСВН_н)_1$ — методическая погрешность; $(\delta КСВН_н)_2$ — погрешность за счет отклонения действительного значения диаметра d от измеренного в каждом сечении; $(\delta КСВН_н)_3$ — погрешность за счет отклонения действительного значения диаметра d_1 от измеренного в каждом сечении; $(\delta КСВН_н)_4$ — погрешность за счет отклонения действительного значения диаметра D от измеренного в каждом сечении.

Методическая погрешность для нагрузок: 1-го класса — 0,5 %; 2-го класса — 0,7 %.

Погрешности за счет отклонения действительных значений диаметров от измеренных в каждом сечении определяют из графиков рис. 1, 2 и 3 обязательного приложения 4.

4.3.5.2. Значение предела допускаемой основной погрешности аттестации нагрузки $\delta КСВН_н$ заносят в свидетельство о поверке.

4.3.5.3. Предел допускаемой дополнительной погрешности аттестации нагрузки $(\delta КСВН_н)_{доп}$, %, определяют по формуле

$$(\delta КСВН_н)_{доп}=\alpha f \sin 2{,}4fl_0, \qquad (7)$$

где α — числовой коэффициент; f — частота, на которой проводится поверка, ГГц;

Коэффициент α может принимать различные значения: для нагрузки с подвижным внутренним проводником α принимают равным 0,05; 0,12 и 0,07 для соединителей типов II, III и IX соот-

ветственно; для нагрузки с неподвижным внутренним проводником — равным нулю.

Примечание. Особенности применения нагрузки с подвижным внутренним проводником для поверки (испытания) приборов видов Р2-, Р3-, Р4- указаны в обязательном приложении 5.

4.3.5.4. Значение предела допускаемой дополнительной погрешности аттестации нагрузки $(\delta\,КСВН_н)_{доп}$ заносят в свидетельство о поверке.

4.3.5.5. Нагрузка, предел допускаемой основной погрешности аттестации которой по КСВН превышает предел допускаемой основной погрешности аттестации, указанный в НТД на эту нагрузку, дальнейшей поверке не подлежит.

4.3.6. Определение предела допускаемой основной погрешности аттестации нагрузки по фазе коэффициента отражения (только для мер полного сопротивления).

4.3.6.1. Предел допускаемой основной погрешности аттестации нагрузки по фазе коэффициента отражения $\Delta\varphi$, град, определяют по формуле

$$\Delta\varphi = \frac{КСВН_{но}+1}{КСВН_{но}-1}\sqrt{(\Delta\varphi)_1^2+(\Delta\varphi)_2^2+(\Delta\varphi)_3^2+(\Delta\varphi)_4^2}\ , \qquad (8)$$

где $(\Delta\varphi)_1$ — методическая погрешность; $(\Delta\varphi)_2$ — погрешность из-за неточности определения длины фазосдвигающего участка l; $(\Delta\varphi)_3$ — погрешность из-за отклонения действительного значения диаметра D от измеренного в каждом сечении; $(\Delta\varphi)_4$ — погрешность из-за отклонения действительного значения диаметра d от измеренного в каждом сечении.

Методическая погрешность для нагрузок: 1-го класса — 0,5°; 2-го класса — 0,7°.

Погрешность за счет неточности определения фазы фазосдвигающего участка l определяют по формуле

$$(\Delta\varphi)_2 = 0{,}03f, \qquad (9)$$

где f — частота, на которой проводится поверка, ГГц.

Погрешности из-за отклонения действительных значений диаметров от измеренных в каждом сечении определяют из графиков рис. 4 и 5 обязательного приложения 4.

4.3.6.2. Значение предела допускаемой основной погрешности аттестации нагрузки по фазе коэффициента отражения $\Delta\varphi$ заносят в свидетельство о поверке.

4.3.6.3. Предел допускаемой дополнительной погрешности аттестации нагрузки по фазе коэффициента отражения $\Delta\varphi_{доп}$, град, определяют по формуле

$$\Delta\varphi_{доп} = \pm|\Delta_{пр}\varphi|, \qquad (10)$$

где $\Delta_{пр}\varphi$ —поправка, определяемая по формуле (5).

Допуск g в ней определяют следующим образом: для нагрузки с подвижным внутренним проводником g принимают рав-

ным 0,13; 0,08 и 0,05 для соединителей типов II, III и IX соответственно; для нагрузки с неподвижным внутренним проводником — равным нулю.

Примечание. Особенности применения нагрузки с подвижным внутренним проводником для поверки (испытания) приборов видов Р2-, Р3-, Р4- указаны в обязательном приложении 5.

4.3.6.4. Значение предела допускаемой дополнительной погрешности аттестации нагрузки по фазе коэффициента отражения $\Delta\varphi_{доп}$ заносят в свидетельство о поверке данной нагрузки.

4.3.6.5. Нагрузка, предел допускаемой основной погрешности аттестации которой по фазе коэффициента отражения превышает предел допускаемой основной погрешности аттестации, указанный в НТД на эту нагрузку, дальнейшей поверке не подлежит.

Примечание. Результат вычислений погрешности должен быть определен с точностью до первого знака после запятой.

4.3.7. Повторная проверка элементов присоединения

4.3.7.1. Собирают нагрузку.

4.3.7.2. После сборки нагрузки повторной проверке подлежат следующие присоединительные размеры:

для всех типов нагрузок — отклонение от соосности;

для нагрузок с неподвижным внутренним проводником — размеры 8,24; 5,28 (5,4) и $0{,}1_{max}$ для соединителей типов II, III и IX соответственно.

4.3.7.3. Если указанные размеры после сборки выходят за пределы допусков, установленных в НТД на эту нагрузку, то необходимо выставить эти размеры в заданных допусках.

4.3.7.4. Нагрузка, присоединительные размеры которой не могут быть выставлены в заданных допусках, дальнейшей поверке не подлежит.

4.3.8. Определение КСВН поглотителя

4.3.8.1. КСВН поглотителя $КСВН_{н.п}$ определяют на частотах, указанных потребителем, в пределах диапазона частот нагрузки, указанного в справочном приложении 2 или в НТД на нагрузку.

4.3.8.2. После калибровки панорамного измерителя $КСВН_{н}$ к ответвителю отраженной волны подключают поверяемую нагрузку и при перемещении поглотителя из одного крайнего положения в другое измеряют все максимальные $КСВН_{нmax}$ и все минимальные $КСВН_{нmin}$ значения. $КСВН_{н.п}$ определяют по формуле

$$КСВН_{н.п} = \sqrt{\frac{КСВН_{нmax}}{КСВН_{нmin}}}, \qquad (11)$$

где $КСВН_{нmax}$ и $КСВН_{нmin}$ — любые рядом находящиеся максимальное и минимальное значения $КСВН_{н}$ поверяемой нагрузки.

Примечание. Измеренные значения $КСВН_{н}$ должны быть записаны с точностью разрешающей способности прибора.

4.3.8.3. Нагрузка, КСВН$_{н.п}$ которой не соответствует установленному в НТД на нее, дальнейшей поверке не подлежит.

4.3.9. Определение непостоянства КСВН$_н$ при перемещении поглотителя

4.3.9.1. Непостоянство КСВН$_н$ при перемещении поглотителя определяют на верхней частоте диапазона частот нагрузки с помощью панорамного измерителя КСВН$_н$ и ампервольтомметра Р386 в качестве индикатора. При этом производят следующие операции:

включают ампервольтомметр для самопрогрева согласно инструкции по его эксплуатации;

подготавливают панорамный измеритель КСВН$_н$ к работе в режиме измерения КСВН$_н$ на фиксированной частоте, согласно инструкции по его эксплуатации;

подключают ампервольтомметр к клеммам $Б_1$ и $Б_2$ разъема «Самописец» на задней панели индикатора Я2Р-67, входящего в состав панорамного измерителя КСВН$_н$;

при открытом выходе ответвителя отраженной волны (режим холостого хода) или при подключенной короткозамкнутой нагрузке (режим короткого замыкания) устанавливают переключатель «Пределы» на индикаторе Я2Р-67 в положение «0» дБ;

ручкой «Калибровка» на индикаторе Я2Р-67 устанавливают показание по отсчетному устройству ампервольтомметра (1 ± ±0,005) В;

подключают поверяемую нагрузку к ответвителю отраженной волны.

4.3.9.2. Для определения непостоянства КСВН$_н$ необходимо при перемещении поглотителя из одного крайнего положения в другое определить все максимальные КСВН$_{нimax}$ и все минимальные КСВН$_{нimin}$. КСВН$_н$ (как максимальный, так и минимальный) определяют следующим образом:

устанавливают переключатель «Пределы» на индикаторе Я2Р-67 в положение «5» дБ, «10» дБ и т. д. в зависимости от номинального значения КСВН$_{но}$ так, чтобы при перемещении поглотителя нагрузки на всю длину точка частотной характеристики КСВН$_н$ на экране ЭЛТ не выходила за его пределы;

перемещая поглотитель нагрузки, отмечают все максимальные U_{imax} и все минимальные U_{imin} показания по отсчетному устройству ампервольтомметра;

рассчитывают значения коэффициента отражения нагрузки Γ_{imax} и Γ_{imin} по формулам

$$\Gamma_{imax}=\frac{\sqrt{U_{imax}}}{A}\ ;\qquad \Gamma_{imin}=\frac{\sqrt{U_{imin}}}{A}\ , \tag{12}$$

где A — коэффициент, зависящий от положения переключателя «Пределы».

Числовые значения коэффициента A для различных пределов:

Пределы, дБ	0	5	10	15	20
A	1,0	1,8	3,2	5,6	10;

рассчитывают значения $КСВН_{нi max}$ и $КСВН_{нi min}$ по формулам

$$КСВН_{нi max}=\frac{1+\Gamma_{i max}}{1-\Gamma_{i max}}\ ;\qquad КСВН_{нi min}=\frac{1+\Gamma_{i min}}{1-\Gamma_{i min}}\ . \tag{13}$$

4.3.9.3. По каждым двум рядом находящимся экстремумам $КСВН_{нi max}$ и $КСВН_{нi min}$ определяют ряд $КСВН_{н}$ по формуле

$$КСВН_{нi}=\sqrt{КСВН_{нi max}\cdot КСВН_{нi min}}\ . \tag{14}$$

4.3.9.4. Из ряда $КСВН_{нi}$ выбирают максимальное $КСВН_{н max}$ и минимальное $КСВН_{н min}$ значения.

4.3.9.5. Непостоянство $КСВН_{н}$ при перемещении поглотителя $\delta КСВН_{н.п}$, %, рассчитывают по формуле

$$\delta КСВН_{н.п}=\frac{КСВН_{н max}-КСВН_{н min}}{КСВН_{н max}}\cdot 100. \tag{15}$$

4.3.9.6. Если полученное значение $\delta КСВН_{н.п}$ превышает для нагрузки: 1-го класса — 0,5 %; 2-го — 0,7 %, то нагрузку признают непригодной к эксплуатации.

4.4. Указания по поверке методом прямых измерений

4.4.1. При проведении поверки методом прямых измерений для нагрузок 1-го класса используют рабочие эталоны единицы волнового сопротивления ВЭТ-75-1-80 и ВЭТ-75-2-80, согласно инструкции по их эксплуатации.

4.4.2. Поверку методом прямых измерений нагрузок 2-го класса проводят в соответствии с ГОСТ 8.365—79.

4.4.3. При поверке методом прямых измерений нагрузок с подвижным внутренним проводником присоединительные размеры нагрузок, определяющие плоскость отсчета φ, должны быть выставлены в соответствии с табл. 4.

4.4.4. Основная погрешность измерения определяется погрешностью используемых исходных средств измерений.

4.4.5. Дополнительная погрешность измерения рассчитывается по формулам (7) и (10).

5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

5.1. Нагрузки, удовлетворяющие требования настоящих методических указаний, признают годными к эксплуатации. Поверенные нагрузки подлежат пломбированию. На поверенные нагрузки выдается свидетельство о государственной или ведомственной поверке установленного образца с указанием результатов и погрешности измерения.

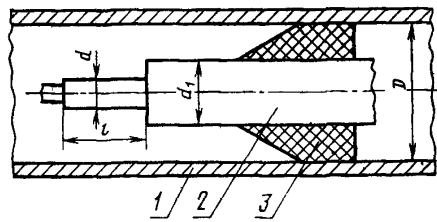
5.2. Форма заполнения обратной стороны свидетельства о государственной или ведомственной поверке приведена в обязательном приложении 6.

5.3. При ведомственной поверке допускается вместо оформления свидетельства производить запись результатов поверки в паспорте на нагрузку (или в документе, заменяющем паспорт), заверенную в порядке, установленном в органе ведомственной метрологической службы.

5.4. Нагрузки, не удовлетворяющие требованиям настоящих методических указаний, в обращение не допускаются, и на них выдается извещение о непригодности с указанием причин несоответствия техническим требованиям.

5.5. Пример обработки результатов, полученных при проведении первичной поверки нагрузок, приведен в справочном приложении 7.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Обязательное



Нагрузка коаксиальная
с расчетными параметрами:
1—внешний проводник; *2*—внутренний проводник; *3*—поглотитель

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

Типы серийно выпускаемых нагрузок, на которые распространяются данные методические указания	Диапазон частот, ГГц	Тип соединителя по ГОСТ 13317—80
ЕЭ2.260.014	2—18	III
ЕЭ2.260.093	4—36	IX
Э9-145—Э9-154	4—12 (18)	III

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Обязательное

Технические требования к нагрузкам 1-го и 2-го классов

Тип соединителя по ГОСТ 13317—80	Пределы $КСВН_н$			Пределы допускаемой основной погрешности поверки не более			
				по $КСВН_н$, %		по φ, град	
	Номинальное значение	Предельное отклонение от номинального значения для классов		для классов			
		1	2	1	2	1	2
II, III	1,2	±0,05	±0,05	1—2	1,5—3	—	—
	1,4	±0,05	±0,10	1—2	1,5—3	1—2	1,5—4
	2,0	±0,05	±0,10	1—2	1,5—3	1—2	1,5—4

Примечания:
1. Технические требованния к пределу допускаемой погрешности по фазе коэффициента отражения приведены только для мер полного сопротивления.
2. Технические требования к нагрузкам с соединителями типа IX по ГОСТ 13317—80 определяются в НТД на нагрузки.

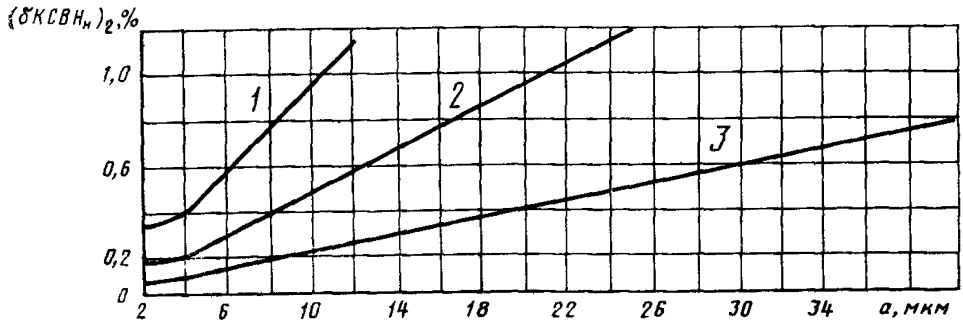


Рис. 1. Погрешность поверки нагрузки по $КСВН_н$ за счет отклонения действительного значения диаметра d от измеренного в каждом сечении для соединителей типов:
1—IX; *2*—III; *3*—II

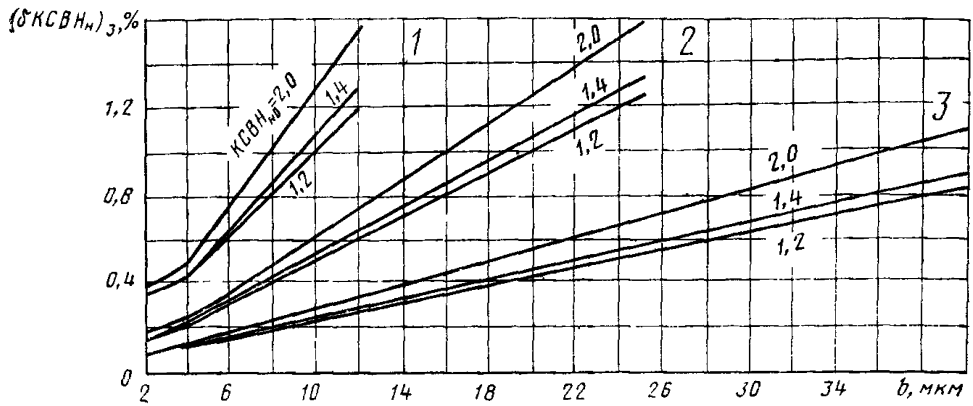


Рис. 2. Погрешность поверки нагрузки по $КСВН_н$ за счет отклонения действительного значения диаметра d_1 от измеренного в каждом сечении для соединителей типов:
1—IX; *2*—III; *3*—II

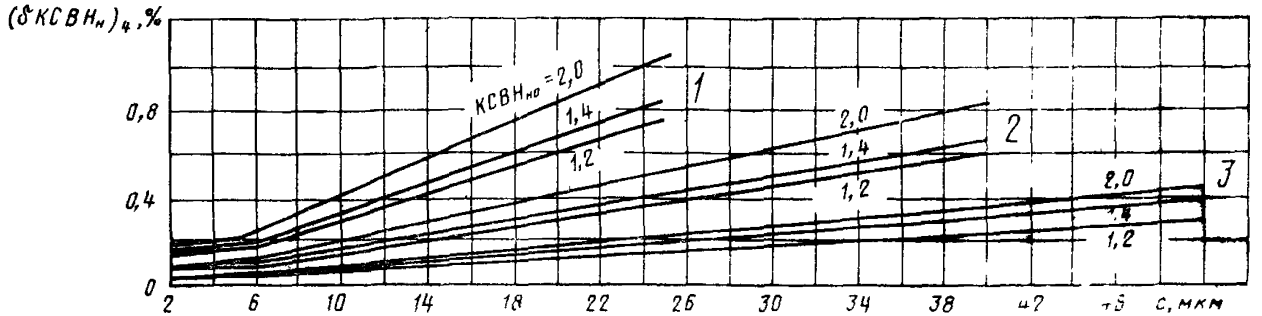


Рис. 3. Погрешность поверки нагрузки по $КСВН_н$ за счет отклонения действительного значения диаметра D от измеренного в каждом сечении для соединителей типов:
1—IX; *2*—III; *3*—II

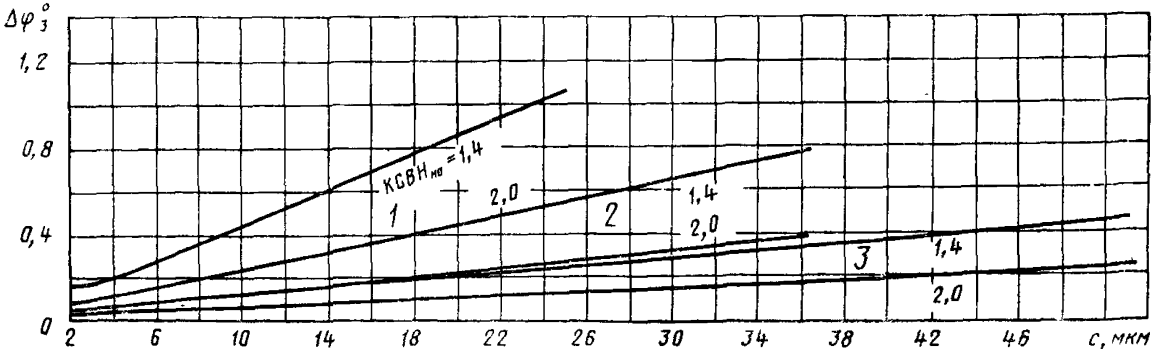


Рис. 4. Погрешность поверки нагрузок по φ за счет отклонения действительного значения диаметра D от измеренного в каждом сечении для соединителей типов;

1—IX; *2*—III; *3*—II

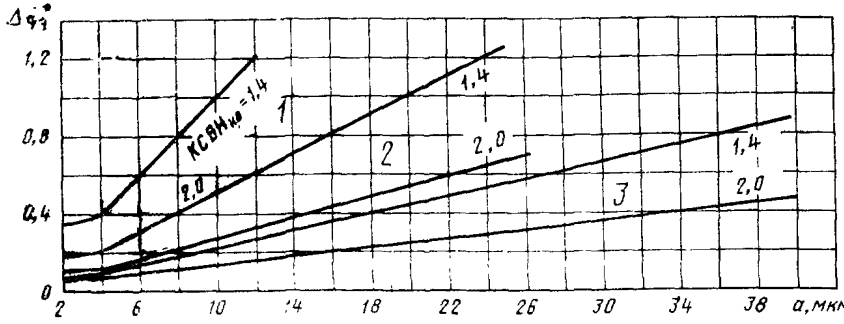


Рис. 5. Погрешность поверки нагрузок по φ за счет отклонения действительного значения диаметра d_1 от измеренного в каждом сечении для соединителей типов:
1—IX; *2*—III; *3*—II

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Обязательное

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАГРУЗКИ С ПОДВИЖНЫМ ВНУТРЕННИМ ПРОВОДНИКОМ ДЛЯ ПОВЕРКИ (ИСПЫТАНИЯ) ПРИБОРОВ ВИДОВ Р2-, Р3-, Р4-

При использовании нагрузки с подвижным внутренним проводником для поверки (испытания) приборов видов Р2-, Р3-, Р4- (далее — прибор) необходимо учитывать следующее:

1. Нагрузка с подвижным внутренним проводником вносит дополнительную погрешность за счет реального присоединительного размера прибора.

2. Присоединительный размер прибора, влияющий на точность аттестации прибора с помощью нагрузки с подвижным внутренним проводником, приведен для различных соединителей в таблице.

3. При использовании нагрузки с подвижным внутренним проводником для поверки (испытания) прибора вида Р2- необходимо выполнение неравенства

$$\left|\frac{КСВН_{н.и} - КСВН_{н.д}}{КСВН_{н.д}}\right| \leqslant |(\delta КСВН_н)_{т.т}| - |(\delta КСВН_н)_{доп}| \frac{g'}{g''}, \qquad (16)$$

где $КСВН_{н.и}$ — значение $КСВН_н$, измеренное на поверяемом (испытуемом) приборе; $КСВН_{н.д}$ — действительное значение $КСВН_н$, определяемое по п. 4.3.3; $(\delta КСВН_н)_{т.т}$ — техническое требование к пределу допускаемой погрешности прибора по $КСВН_н$, установленное в НТД на прибор (с учетом 20% запаса по погрешности, если это предусмотрено в НТД); $(\delta КСВН_н)_{доп}$ — погрешность, определяемая по формуле (7); g' — допуск на присоединительный размер прибора по ГОСТ 13317—80; g'' — допуск на присоединительный размер прибора по НТД на прибор. Для соединителя по ГОСТ 13317—73 $g' = g''$.

Тип соединителя (розетка)		Присоединительный размер прибора по ГОСТ 13317—80	Размер, определяющий плоскость отсчета φ, мм
II		8,24—0,26	8,24
III	вариант 1	5,26—0,16	5,28
	вариант 2	5,2±0,08	
IX		$0,1_{max}$	0

4. При использовании нагрузки с подвижным внутренним проводником для поверки (испытания) приборов видов Р3- и Р4- необходимо, кроме выполнения неравенства (16), выполнить неравенство

$$|\varphi_и - \varphi_д| \leqslant |\Delta\varphi_{т.т}| - |\Delta\varphi_{доп}|\frac{g'}{g''}, \qquad (17)$$

где $\varphi_и$ — значение фазы коэффициента отражения, измеренное на поверяемом (испытуемом) приборе; $\varphi_д$ — действительное значение фазы коэффициента отражения нагрузки, определяемое по п. 4.3.4; $\Delta\varphi_{т.т}$ — техническое требование к пределу допускаемой погрешности прибора по фазе коэффициента отражения, установленное в технической документации на прибор (с учетом 20 % запаса по погрешности, если это предусмотрено в технической документации); $\Delta\varphi_{доп}$ — погрешность, определяемая по формуле (10). Формулы (16) и (17) записываются в свидетельство о поверке нагрузки.

5. Поверитель прибора, пользующийся данной нагрузкой, обязан проверить и установить, применима или не применима данная нагрузка для поверки данного прибора. В случае невыполнения хотя бы одного из неравенств поверка прибора будет недействительна.

6. Точность поверки (испытания) прибора может быть существенно повышена, если учитывать реальный присоединительный размер прибора. При условии измерения реального присоединительного размера прибора величины, входящие в формулы (16) и (17), будут иметь другие значения:

при определении поправки $\Delta_{пр}КСВН_н$ в п. 4.3.3.9 допуск g может быть определен как разность, где уменьшаемым является измеренный присоединительный размер прибора, а вычитаемым — размер, определяющий плоскость отсчета фазы коэффициента отражения, приведенные в таблице настоящего приложения. Соответственно изменятся значение $КСВН_{н.д}$, определяемое по формуле (3), и $\Delta_{пр}\varphi$, определяемое по формуле (5);

дополнительная погрешность $(\delta КСВН_н)_{доп}$, определяемая по формуле (7), принимается равной нулю;

дополнительная погрешность $\Delta\varphi_{доп}$, определяемая по формуле (10), принимается равной нулю.

ФОРМЫ ЗАПОЛНЕНИЯ ОБРАТНОЙ СТОРОНЫ СВИДЕТЕЛЬСТВА О ПЕРВИЧНОЙ ПОВЕРКЕ НАГРУЗОК

Форма 1. На меры КСВН

Номер нагрузки	Действительное значение диаметра, мм			Максимальное отклонение измеренного в каждом сечении диаметра от его действительного значения, мкм			Отличие присоединительного размера нагрузки с неподвижным внутренним проводником g, мм
	d	d_1	D	a	b	c	

Номер нагрузки	Действительное значение КСВН и дополнительная погрешность поверки нагрузки для различных частот							
	f_1		f_2		...		...	f_n
	$КСВН_{н.д}$	$(\delta КСВН_н)_{доп}$, %, не более ±						

Номер нагрузки	$КСВН_{н0}$	Основная погрешность поверки $\delta КСВН_н$, %, не более ±

Особенности применения нагрузки для поверки приборов видов Р2-, Р3-, Р4- (проверяется поверителем прибора, использующим данную нагрузку):

$$\left|\frac{КСВН_{н.и}-КСВН_{н.д}}{КСВН_{н.д}}\right| \leqslant |(\delta КСВН_н)_{т.т}| - |(\delta КСВН_д)_{доп}| \frac{g'}{g''} .$$

Данные, необходимые для вычисления неравенства, приведены в методических указаниях РД 50-272—81 «Нагрузки коаксиальные с расчетными па-

раметрами. Методы и средства поверки» (приложение 5). Измерения проводились в нормальных условиях.

Поверитель _____ и., о., фамилия
(подпись)

Форма 2. На меры полного сопротивления

Номер нагрузки	Действительное значение диаметра, мм			Максимальное отклонение измеренного в каждом сечении диаметра от его действительного значения, мкм			Длина фазосдвигающего участка l, мм	Отличие присоединительного размера нагрузки с неподвижным внутренним проводником g, мм
	d	d_1	D	a	b	c		

Номер нагрузки	Действительные значения $КСВН_н$ и фазы коэффициента отражения, дополнительные погрешности поверки по КСВН и фазе коэффициента отражения для различных частот					
	f_1				...	f_n
	$КСВН_{н.д}$	$(\delta КСВН_н)_{доп}$, %, не более ±	φ_g	$\Delta\varphi_{доп}$, град, не более ±		

Номер нагрузки	$КСВН_{но}$	Основная погрешность поверки не более ±	
		$\delta КСВН_н$, %	$\Delta\varphi$, град

Особенности применения нагрузки для поверки приборов видов Р2-, Р3-, Р4 (проверяется поверителем прибора, использующим данную нагрузку):

$$\left|\frac{КСВН_{н.и}-КСВН_{н.д}}{КСВН_{н.д}}\right| \leqslant |(\delta КСВН_{н})_{т.т}| - |(\delta КСВН_{н})_{доп}| \frac{g'}{g''};$$

$$|\varphi_{и} - \varphi_{д}| \leqslant |\Delta\varphi_{т.т}| - |\Delta\varphi_{доп}| \frac{g'}{g''}.$$

Данные, необходимые для вычисления неравенств, приведены в методических указаниях РД 50-272—81 «Нагрузки коаксиальные с расчетными параметрами. Методы и средства поверки» (приложение 5).

Измерения проводились в нормальных условиях.

Поверитель _____ И. О. Фамилия
(подпись)

Примечание. При поверке методом прямых измерений первые таблицы формы 1 и 2 не заполняются.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7
Справочное

ПРИМЕР ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРИ ПЕРВИЧНОЙ ПОВЕРКЕ

Исходные данные: нагрузка №13; $l_0 = 18{,}7$ мм; $КСВН_{н0} = 2{,}0$; $D_0 = 7{,}0$ мм; $d_0 = 3{,}048$ мм; $d_{10} = 4{,}614$ мм; $f = 4$ ГГц. Покрытие внутреннего проводника серебром; внешнего — химникелем. Внутренний проводник подвижный. Измеренный размер $l = 18{,}77$ мм.

Труба

Параметр	Значения D_k, мм, и $\lvert D_k - D\rvert$ мкм, при сечениях				
	1	2	3	4	5
D_k	7,006	7,001	7,008	7,005	7,007
$\lvert D_k - D\rvert$	0,6	4,4	2,6	0,4	1,6

Действительное значение $D_k = 7{,}0054$ мм; $|D_k - D|_{max} = c = 4{,}4$ мм мкм (заносится в свидетельство о поверке).

Стержень

Сечение	Значения d_k мм, при измерениях					Среднее значение
	1	2	3	4	5	
1	3,046	3,047	3,047	3,048	3,046	3,0468
2	3,047	3,045	3,046	3,048	3,047	3,0466
3	3,046	3,046	3,047	3,045	3,048	3,0464
4	3,045	3,046	3,047	3.047	3,046	3,0462
5	3,046	3,047	3,048	3,046	3,045	3,0464

Действительное значение диаметра $d=3{,}0465$ мм (заносится в свидетельство); $|d_k-d|$ мкм: 0,3; 0,1; 0,1; 0,3; 0,1; $|d_k-d|_{\max}=a=0{,}3$ мм (заносится в свидетельство).

Сечение	Стержень					
	Значения d_{1k} мм, при измерениях					Среднее значение
	1	2	3	4	5	
1	4,612	4,609	4,612	4,610	4,612	4,6110
2	4,613	4,611	4,610	4,611	4,614	4,6118
3	4,611	4,608	4,610	4,613	4,612	4,6108
4	4,609	4,611	4,614	4,613	4,610	4,6114
5	4,610	4,608	4,613	4,611	4,610	4,6104

Действительное значение диаметра $d_1=4{,}6111$ мм (заносится в свидетельство); $|d_{1k}-d_1|$, мкм: 0,1; 0,7; 0,3; 0,3; 0,7; $|d_{1k}-d_1|_{\max}=b=0{,}7$ мкм (заносится в свидетельство).

Расчет КСВН $_н$

$$КСВН_н=КСВН_{н0}+M_1(fD_0)^2+1{,}2КСВН_{р0}(1-КСВН_{н0}-$$

$$-\cos 2{,}4fl_0)\frac{D-D_0}{D_0}-1{,}2КСВН_{р0}(1-\cos 2{,}4fl_0)\frac{d-d_0}{d_0}+$$

$$+1{,}2КСВН_{н0}^2\frac{d_1-d_{10}}{d_{10}}-M_2\frac{l_0\sqrt{f}}{D_0}=2+61\cdot 10^{-8}\,(4\cdot 7{,}0)^2+$$

$$+1{,}2\cdot 2[1-2-\cos 179{,}52]\frac{7{,}0054-7}{7{,}0054}-1{,}2\cdot 2[1-\cos 179{,}52]\times$$

$$\times\frac{3{,}0465-3{,}0480}{3{,}0480}+1{,}2\cdot 2^2\,\frac{4{,}6111-4{,}6140}{4{,}6140}-29\cdot 10^{-5}\,\frac{18{,}7\sqrt{4}}{7}=$$

$$=2+61\cdot 10^{-8}\cdot 784+2{,}4\cdot 0-2{,}4\cdot 2\frac{-0{,}0015}{3{,}048}+1{,}2\cdot 4\cdot\frac{-0{,}0029}{4{,}614}-$$

$$-29\cdot 5{,}343\cdot 10^{-5}=2+47824\cdot 10^{-8}+4{,}8\cdot 0{,}0005-4{,}8\cdot 0{,}0005-$$

$$-154{,}9\cdot 10^{-5}=2+0{,}00048-0{,}00155=2-0{,}001=1{,}999.$$

$$КСВН_н=1{,}999.$$

$$\Delta_{пр}КСВН_н=A\cdot 10^{-2}КСВН_н fg\sin 2{,}4fl_0=1{,}46\cdot 10^{-2}\cdot 1{,}999\cdot 2\cdot(-0{,}99)\cdot$$

$$\cdot\sin 179{,}52=-0{,}525\cdot 10^{-2}\cdot 0{,}0084=0{,}00004\approx 0.$$

$$\Delta_{пр}КСВН_н=0.$$

$$КСВН_{н.д}=КСВН_н+\Delta_{пр}КСВН_н=1{,}999$$ (заносится в свидетельство о поверке).

Расчет фазы коэффициента отражения

$$\varphi=180-2{,}402fl+N_1fD_0-N_2\left(\frac{D-D_0}{D_0}-\frac{d-d_0}{d_0}\right)\sin 2{,}4fl_0-$$

$$-N_3\frac{l_0\sqrt{f}}{D_0}=180-2{,}402\cdot 4\cdot 18{,}77+52\cdot 10^{-3}\cdot 2\cdot 7-1{,}7\cdot 10^2\quad(0{,}0008-$$

$$-0{,}0005)\cdot 0{,}0084-2{,}2\cdot 10^{-2}\,\frac{18{,}7\cdot 2}{7}=180-180{,}342+0{,}052\cdot 14-$$

$$-110\cdot 0{,}0003\cdot 0{,}0084-0{,}117=180-180{,}342+0{,}728-0-0{,}117=$$

$$=180-180{,}342+0{,}611=0{,}269°.$$

$$\varphi\approx 0{,}3°$$

$$\Delta_{\text{пр}}\varphi=-2{,}4fg-B\left(1-\frac{\text{КСВН}_{\text{н0}}^2+1}{\text{КСВН}_{\text{н0}}-1}\cos 2{,}4fl_0\right)fg=-2{,}4\cdot 4\times$$

$$\times(-0{,}09)-0{,}8\left[1-\frac{4+1}{4-1}(-1)\right]\cdot 4\cdot(-0{,}09)=9{,}6\cdot 0{,}09+0{,}8\left(1+\right.$$

$$\left.+\frac{5}{3}\right)\cdot 4\cdot 0{,}09=0{,}864+0{,}768=1{,}632°$$

$$\Delta_{\text{пр}}\varphi\approx 1{,}6°$$

$\varphi_{\text{д}}=0{,}3°+1{,}6°\approx 1{,}9°$ (заносится в свидетельство о поверке).

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Нагрузки коаксиальные с расчетными параметрами. Методы и средства поверки

РД 50-272—81

Редактор *Т. Ф. Писарева*
Технический редактор *О. Н. Никитина*
Корректор *Е. А. Богачкова*

Н/К

Сдано в наб. 24.11.81 Подп. к печ. 10.03.82 Т—04069 Формат 60×90 1/16 Бумага типографская № 2 Гарнитура литературная. Печать высокая. 1,5 п. л. 1,54 уч.-изд. л. Тираж 3000 Зак. 3033 Цена 10 коп. Изд. № 7208/4

gost.e-ecolog.ru

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, Новопресненский пер., 3. Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256.