ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71421— 2024

ПРИБОРЫ ФЕРРИТОВЫЕ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА

Методы измерения коэффициента стоячей волны по напряжению на низком уровне мощности

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Российский научно-исследовательский институт «Электронстандарт» (АО «РНИИ «Электронстандарт»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 303 «Электронная компонентная база, материалы и оборудование»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 июня 2024 г. № 720-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПРИБОРЫ ФЕРРИТОВЫЕ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА

Методы измерения коэффициента стоячей волны по напряжению на низком уровне мощности

Microwave ferrite devices. Methods of measurement of voltage standing wave ratio at low power level

Дата введения — 2025—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на приборы ферритовые сверхвысокочастотного диапазона (ПФ СВЧ): вентили, циркуляторы, переключатели, фазовращатели, фильтры и ограничители СВЧ низкого уровня мощности и устанавливает методы измерения коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН) ПФ СВЧ.

Стандарт устанавливает два метода измерения КСВН ПФ СВЧ:

- метод 1 — для измерения КСВН на стандартной измерительной аппаратуре;
- метод 2 — для измерения КСВН на стандартной измерительной аппаратуре с использованием четвертьволновых отрезков регулярной линии передачи для исключения влияния подключающих устройств на результат измерений.

В технически обоснованных случаях в технических условиях (ТУ) могут устанавливаться методы измерения параметров ПФ СВЧ, отличные от указанных в стандарте на методы измерения, если эти методы аттестованы и обеспечивают погрешности измерений, не превышающие значений, установленных стандартами на конкретные методы измерения.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.006 Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля

ГОСТ 12.2.003 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

ГОСТ 22261 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ГОСТ 23769 Приборы электронные и устройства защитные СВЧ. Термины, определения и буквенные обозначения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 23769.

4 Общие положения и требования к проведению измерений

4.1 Условия и режимы измерений

4.1.1 Измерения проводят в нормальных климатических условиях или в условиях, установленных в ТУ на ПФ СВЧ конкретных типов:

- температура воздуха от 15 °С до 35 °С;
- относительная влажность воздуха от 45 % до 80 %;
- атмосферное давление от 86 до 106 кПа (от 645 до 795 мм рт.ст.).

При температуре выше 30 °С относительная влажность не должна быть более 70 %.

4.1.2 Режим измерений и точность поддержания режима и условий измерений должны соответствовать требованиям, установленным в ТУ на ПФ СВЧ конкретных типов.

4.1.3 КСВН ограничителей измеряют в линейном режиме работы. Значение максимальной мощности СВЧ, подаваемой на вход ограничителя, должно соответствовать указанному в ТУ.

4.2 Аппаратура

4.2.1 Измерения параметров ПФ СВЧ следует проводить стандартными средствами измерения, прошедшими поверку и (или) нестандартизованными средствами измерения, прошедшими метрологическую аттестацию и поверку.

4.2.2 Средства измерения и вспомогательные устройства должны соответствовать требованиям, установленным в стандартах на конкретные методы измерения и обеспечивать измерения параметров ПФ СВЧ с требуемой этими стандартами точностью.

4.2.3 Допускается замена средств измерения и вспомогательных устройств на другие, аналогичные по назначению, или применение средств измерения и вспомогательных устройств с иными, чем указано в стандартах, значениями характеристик. Допускается введение дополнительных элементов при условии, что это не приводит к погрешностям измерения параметров, превышающих установленные в стандартах на конкретные методы измерения.

4.2.4 Аппаратура цепей управления, термостаты, криостаты, приборы контроля параметров режима измерения, а также место и способ подключения к ним (размещения в них) ПФ СВЧ должны соответствовать указанным в ТУ на ПФ СВЧ конкретных типов.

4.2.5 Если присоединительные элементы ПФ СВЧ отличаются от присоединительных элементов средств измерения или вспомогательных устройств, то их следует подключать в измерительный тракт с помощью подключающих устройств: переходов, трансформаторов сопротивлений, отрезков волноводов и т. п.

4.2.6 Перед началом измерений подготавливают и включают аппаратуру в соответствии с ее эксплуатационной документацией.

4.2.7 Калибровку средств измерения проводят совместно с подключающими устройствами.

Допускается калибровку средств измерения проводить без подключающих устройств. В этом случае параметры подключающих устройств должны соответствовать требованиям, указанным в ТУ на ПФ СВЧ конкретных типов.

4.2.8 КСВН следует измерять на стандартных средствах измерения: панорамных измерителях КСВН, измерителях коэффициентов передачи, анализаторах цепей, измерителях полных сопротивлений и измерительных линиях (далее — измерители КСВН) в соответствии с документацией этих измерителей.

Конкретный тип измерителя КСВН указывают в ТУ на конкретный тип ПФ СВЧ.

4.2.9 К выходным каналам ПФ СВЧ подключают поглощающие нагрузки.

4.2.10 При измерении КСВН коаксиальных ПФ СВЧ в диапазоне частот свыше 26 ГГц, микрополосковых ПФ СВЧ в диапазоне частот свыше 37,5 ГГц и волноводных ПФ СВЧ в диапазоне частот свыше 78,3 ГГц требования к средствам измерения и элементам тракта должны соответствовать указаниям в ТУ на конкретные типы ПФ СВЧ.

4.3 Подготовка и проведение измерений

4.3.1 Операции по подготовке и проведению измерений, связанных с установлением заданного режима и (или) условий измерений (например, время выдержки под током, в термостате и т. п.), должны соответствовать указанным в ТУ на конкретный тип ПФ СВЧ.

4.3.2 Измерение КСВН проводят в диапазоне частот или на частотах, указанных в ТУ на конкретные типы ПФ СВЧ.

4.4 Показатели точности измерений

4.4.1 Для волноводных ПФ СВЧ в диапазоне частот до 78,3 ГГц включительно, для коаксиальных ПФ СВЧ в диапазоне частот до 26 ГГц включительно, для микрополосковых ПФ СВЧ в диапазоне частот до 37,5 ГГц включительно, имеющих КСВН не более 1,3, погрешности измерения параметров должны соответствовать установленным в стандартах на методы измерения конкретных параметров и должны быть выражены интервалом с установленной вероятностью 0,95.

4.4.2 Для волноводных ПФ СВЧ в диапазоне частот свыше 78,3 ГГц, для коаксиальных ПФ СВЧ в диапазоне частот свыше 26 ГГц, для микрополосковых ПФ СВЧ в диапазоне частот свыше 37,5 ГГц и ПФ СВЧ, имеющих КСВН более 1,3, погрешности измерения параметров должны соответствовать установленным в ТУ на ПФ СВЧ конкретных типов.

4.4.3 Если в эксплуатационной документации на средства измерения погрешности средств измерения выражены интервалом без указания закона распределения и вероятности, то закон распределения этой погрешности принимают равновероятным, а вероятность — равной 0,997.

4.4.4 Погрешности измерения КСВН находятся в пределах, установленных в 5.4 и 6.5, с вероятностью 0,95. Погрешности рассчитаны при значениях обратных потерь вентилей и развязок циркуляторов и переключателей, равных 20 дБ, и без учета развязки — для остальных ПФ СВЧ.

4.4.5 В технически обоснованных случаях погрешность измерения КСВН может быть рассчитана для вероятности, превышающей 0,95. При этом погрешность измерения КСВН может превышать значения, установленные стандартом.

4.4.6 Погрешности измерений, вычисленные при иных, чем указано в стандарте, параметрах приборов и элементов, не должны превышать значений, установленных стандартом.

4.4.7 Значения погрешностей измерения КСВН ПФ СВЧ в случаях, предусмотренных 4.2.10 и 4.4.5, а также в иных технически обоснованных случаях должны соответствовать установленным в ТУ на конкретные типы ПФ СВЧ.

4.5 Требования безопасности

4.5.1 При подготовке и проведении измерений следует соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.2.003 и настоящим стандартом.

4.5.2 Средства измерения по 4.2.1 должны соответствовать требованиям безопасности, установленным ГОСТ 22261.

4.5.3 При подготовке и проведении измерений предельно допустимая плотность потока электромагнитного поля на рабочих местах не должна превышать норм, установленных ГОСТ 12.1.006.

4.5.4 Установку ПФ СВЧ в тракт и их замену следует проводить при отсутствии напряжений (токов) управления и СВЧ-мощности на входах прибора.

5 Метод 1

5.1 Принцип измерения

КСВН измеряют методом сравнения амплитудных значений сигналов электромагнитной волны, падающей на ПФ СВЧ и отраженной от него.

5.2 Средства измерения и вспомогательное оборудование

5.2.1 Значение КСВН подключающих устройств не должно превышать:

- 1,06 — для волноводных подключающих устройств в диапазоне частот до 17,44 ГГц;
- 1,10 — для волноводных подключающих устройств в диапазоне частот от 17,44 до 37,5 ГГц и для коаксиальных, коаксиально-волноводных, коаксиально-микрополосковых и волноводно-микрополосковых подключающих устройств в диапазоне частот до 12,05 ГГц;

- 1,15 — для волноводных подключающих устройств в диапазоне частот от 37,5 до 78,3 ГГц;
- 1,20 — для коаксиальных, коаксиально-волноводных и коаксиально-микрополосковых подключающих устройств в диапазоне частот от 12,05 до 26 ГГц и для волноводно-микрополосковых подключающих устройств в диапазоне частот от 12,05 до 37,5 ГГц.

5.2.2 Значение КСВН согласованных нагрузок не должно превышать:

- 1,06 — для волноводных нагрузок в диапазоне частот до 17,44 ГГц и для коаксиальных нагрузок в диапазоне частот до 3,94 ГГц;
- 1,10 — для волноводных нагрузок в диапазоне частот от 17,44 до 37,5 ГГц, для коаксиальных нагрузок в диапазоне частот от 3,94 до 12,05 ГГц и для микрополосковых нагрузок в диапазоне частот до 12,05 ГГц;
- 1,15 — для волноводных нагрузок в диапазоне частот от 37,5 до 78,3 ГГц, для коаксиальных нагрузок в диапазоне частот от 12,05 до 26 ГГц и для микрополосковых нагрузок в диапазоне частот от 12,05 до 37,5 ГГц.

5.3 Подготовка и проведение измерений

Измеряют КСВН ПФ СВЧ в соответствии с эксплуатационной документацией на измеритель КСВН.

5.4 Показатели точности измерения

5.4.1 Показатели точности измерений КСВН должны соответствовать установленным в ТУ на ПФ СВЧ конкретных типов.

Границы интервала, в котором с установленной вероятностью 0,95 находится погрешность измерения КСВН при использовании подключающих устройств, δ, %, вычисляют по формуле

$$\delta = \pm 2\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \sigma_4^2 + \sigma_5^2}, \quad (1)$$

где σ_1 — среднее квадратическое отклонение погрешности измерителя КСВН, %;

σ_2 — среднее квадратическое отклонение погрешности за счет подключающего устройства на входе измеряемого прибора, %;

σ_3 — среднее квадратическое отклонение погрешности за счет подключающего устройства на выходе измеряемого прибора, %;

σ_4 — среднее квадратическое отклонение погрешности за счет нагрузки на выходе измеряемого прибора, %;

σ_5 — среднее квадратическое отклонение погрешности из-за рассогласования тракта, %.

Среднее квадратическое отклонение погрешности измерителя КСВН σ_1, %, вычисляют по формуле

$$\sigma_1 = \frac{\delta_{и.к}}{\sqrt{3}}, \quad (2)$$

где $\delta_{и.к}$ — погрешность измерителя КСВН, %.

Среднее квадратическое отклонение погрешности за счет подключающего устройства на входе измеряемого прибора σ_2, %, вычисляют по формуле

$$\sigma_2 = \frac{200}{\sqrt{2}} \cdot \frac{K_{ст U_{п.у}} - 1}{K_{ст U_{п.у}} + 1}, \quad (3)$$

где $K_{ст U_{п.у}}$ — значение КСВН подключающего устройства.

Среднее квадратическое отклонение погрешности за счет подключающего устройства на выходе измеряемого прибора σ_3, %, вычисляют по формуле

$$\sigma_3 = \frac{200 \cdot 10^{-\frac{\alpha}{20}}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{K_{ст U_{п.у}} - 1}{K_{ст U_{п.у}} + 1}, \quad (4)$$

где α — суммарные потери ПФ СВЧ в прямом и обратном направлениях, дБ.

Среднее квадратическое отклонение погрешности за счет нагрузки на выходе измеряемого прибора σ_4, %, вычисляют по формуле

$$\sigma_4 = \frac{200 \cdot 10^{-\frac{\alpha}{20}}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{K_{ст}U_н - 1}{K_{ст}U_н + 1}, \quad (5)$$

где $K_{ст}U_н$ — значение КСВН нагрузки.

Среднее квадратическое отклонение погрешности из-за рассогласования тракта σ_5, %, вычисляют по формуле

$$\sigma_5 = \frac{200}{\sqrt{2}} \cdot \left(\frac{K_{ст}U_{ф.п} - 1}{K_{ст}U_{ф.п} + 1} \right)^2 \cdot \frac{K_{ст}U_{п.у} - 1}{K_{ст}U_{п.у} + 1}, \quad (6)$$

где $K_{ст}U_{ф.п}$ — значение КСВН измеряемого ПФ СВЧ.

5.4.2 Границы интервала, в котором с установленной вероятностью 0,95 находится погрешность измерения КСВН вентилей, циркуляторов и переключателей без использования подключающих устройств, δ, %, вычисляют по формуле

$$\delta = \pm 1{,}65\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_4^2}, \quad (7)$$

где σ_1 и σ_4 определяют по 5.4.1.

5.4.3 При использовании панорамного измерителя КСВН с погрешностью измерения, находящейся в пределах ±(5К) % (К — значение измеряемого КСВН), погрешность измерения КСВН ферритовых вентилей, циркуляторов и переключателей с КСВН не более 1,3 с установленной вероятностью 0,95 находится в интервалах:

- ±7 % — без использования подключающих устройств;
- ±12 % — при КСВН подключающих устройств не более 1,06;
- ±16 % — при КСВН подключающих устройств не более 1,10;
- ±22 % — при КСВН подключающих устройств не более 1,15;
- ±27 % — при КСВН подключающих устройств не более 1,20.

6 Метод 2

6.1 Принцип измерения

6.1.1 Измерение КСВН основано на выделении сигнала, отраженного от измеряемого ПФ СВЧ, путем компенсации сигналов, отраженных от подключающего устройства, ПФ СВЧ и нагрузки с помощью согласующего трансформатора с последующим сдвигом фазы сигнала, отраженного от ПФ СВЧ на угол равный 180°, а сигнала, отраженного от нагрузки, на угол равный 360°.

6.1.2 КСВН ПФ СВЧ следует проверять на фиксированных частотах, указанных в ТУ на конкретный тип ПФ СВЧ.

6.2 Средства измерения и вспомогательное оборудование

6.2.1 Измерение КСВН ПФ СВЧ следует проводить на установке, структурная схема которой приведена на рисунке 1.

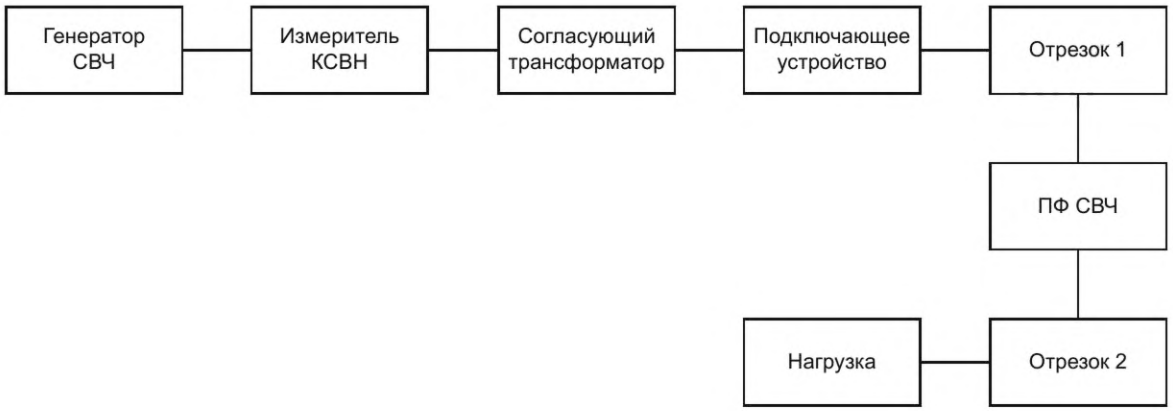


Рисунок 1

6.2.2 В качестве генератора СВЧ следует использовать стандартные генераторы сигналов с относительной нестабильностью частоты за 10 мин не более $3 \cdot 10^{-4}$ и нестабильностью выходной мощности за 10 мин не более 0,3 дБ.

Допускается использование в качестве генератора СВЧ генераторного блока автоматического измерителя КСВН или измерителя коэффициента передачи, работающих в режиме ручной перестройки частоты.

6.2.3 В качестве согласующего трансформатора используют трансформаторы любого типа, удовлетворяющие требованиям и обеспечивающие согласование тракта до получения КСВН не хуже 1,02.

6.2.4 Для коаксиальных и коаксиально-волноводных подключающих устройств в диапазоне частот до 26 ГГц, для микрополосковых подключающих устройств в диапазоне частот до 37,5 ГГц и для волноводных подключающих устройств в диапазоне частот до 78,3 ГГц значение КСВН не должно превышать 1,3.

6.2.5 В качестве отрезков применяют отрезки регулярной линии передачи с КСВН не более 1,05. Фазовый сдвиг СВЧ сигнала φ, проходящего через отрезок, должен находиться в пределах

$$\varphi = (2n + 1) \cdot 90° \pm \Delta\varphi, \quad (8)$$

где n = 0; 1; 2 … 100.

Значение Δφ не должно превышать:

10° — при измерении КСВН фазовращателей, фильтров и ограничителей;

30° — при измерении КСВН вентилей, циркуляторов и переключателей.

6.2.6 Значение КСВН нагрузки не должно превышать:

- 1,1 — при измерении КСВН фазовращателей, фильтров и ограничителей;
- 1,15 — при измерении КСВН вентилей, циркуляторов и переключателей.

6.3 Подготовка и проведение измерений

6.3.1 Исключают из тракта отрезок 1 и отрезок 2.

Подключающее устройство и нагрузку подключают непосредственно к ПФ СВЧ.

6.3.2 Согласующим трансформатором проводят согласование тракта установки до значения КСВН не более 1,02. Контроль за согласованием ведут по измерителю КСВН.

6.3.3 Включают в тракт отрезок 1 и отрезок 2 при измерении КСВН фазовращателей, фильтров и ограничителей.

При измерении КСВН вентилей, циркуляторов и переключателей в тракт включают только отрезок 1.

6.3.4 С помощью измерителя КСВН измеряют значение КСВН.

6.4 Обработка результатов измерений

Значение КСВН ПФ СВЧ K_{CTU} вычисляют по формуле

$$K_{CTU} = \frac{2\left(K'_{CTU} + 1\right) \cdot \sin\varphi_1 + \left(K'_{CTU} - 1\right)}{2\left(K'_{CTU} + 1\right) \cdot \sin\varphi_1 - \left(K'_{CTU} - 1\right)}, \quad (9)$$

где $K'_{стU}$ — измеренное значение КСВН;

φ_1 — фазовый сдвиг, создаваемый отрезком 1.

6.5 Показатели точности измерений

Показатели точности измерений КСВН должны соответствовать установленным в ТУ на ПФ СВЧ конкретных типов.

Границы интервала, в котором с установленной вероятностью 0,95 находится погрешность КСВН, δ, %, вычисляют по формуле

$$\delta = \pm \frac{2}{\sin\varphi_1} \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \sigma_4^2 + \sigma_5^2}, \quad (10)$$

где φ_1 — фазовый сдвиг, создаваемый отрезком 1;

σ_1 — среднее квадратическое отклонение погрешности измерителя КСВН без учета направленности ответвителей панорамного измерителя КСВН или собственного КСВН измерительной линии, %;

σ_2 — среднее квадратическое отклонение погрешности за счет неполного согласования тракта, %;

σ_3 — среднее квадратическое отклонение погрешности из-за КСВН отрезка 1, %;

σ_4 — среднее квадратическое отклонение погрешности из-за КСВН отрезка 2, %;

σ_5 — среднее квадратическое отклонение погрешности из-за КСВН нагрузки, %.

Среднее квадратическое отклонение погрешности измерителя КСВН без учета направленности ответвителей панорамного измерителя КСВН или собственного КСВН измерительной линии σ_1, %, вычисляют по формуле

$$\sigma_1 = \frac{\delta_к}{2 \cdot \sqrt{3}}, \quad (11)$$

где $\delta_к$ — погрешность измерителя КСВН без учета направленности ответвителей панорамного измерителя КСВН или собственного КСВН измерительной линии, %.

Для панорамных измерителей КСВН значение $\delta_к$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_к = 46 \cdot \Gamma_{ф.п} \cdot \Delta\alpha \cdot \sin\varphi_1, \quad (12)$$

где $\Gamma_{ф.п}$ — модуль коэффициента отражения ПФ СВЧ;

$\Delta\alpha$ — погрешность измерения ослабления панорамного измерителя КСВН, дБ.

Погрешность измерения ослабления панорамного измерителя КСВН, $\Delta\alpha$, дБ, вычисляют по формуле

$$\Delta\alpha = (a \cdot A_x + b), \quad (13)$$

где a, b — коэффициенты, определяемые в техническом описании на панорамные измерители;

A_x — величина ослабления, дБ.

Величину ослабления A_x, дБ, вычисляют по формуле

$$A_x = 20\lg \frac{1}{2 \cdot \Gamma_{ф.п} \cdot \sin\varphi_1}. \quad (14)$$

Для измерительной линии значение $\delta_к$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_к = \sqrt{\left(\delta_{K_л}\right)^2 - 1{,}5 \cdot 10^4 \left(K_{стU_л} - 1\right)^2}, \quad (15)$$

где $\delta_{К_л}$ — относительная погрешность измерения КСВН измерительной линии, %;

$К_{стU_л}$ — собственный КСВН измерительной линии.

Среднее квадратическое отклонение погрешности за счет неполного согласования тракта σ_2, %, вычисляют по формуле

$$\sigma_2 = \frac{100}{2\sqrt{2}}\left(К_{стU_{тр}} - 1\right), \quad (16)$$

где $К_{стU_{тр}}$ — значение КСВН, до которого проведено согласование тракта ($К_{стU_{тр}} \le 1{,}02$).

Среднее квадратическое отклонение погрешности из-за КСВН отрезка 1 σ_3, %, вычисляют по формуле

$$\sigma_3 = \frac{100}{2\sqrt{2}}\left(К_{стU_1} - 1\right), \quad (17)$$

где $К_{стU_1}$ — значение КСВН отрезка 1 ($К_{стU_1} \le 1{,}05$).

Среднее квадратическое отклонение погрешности из-за КСВН отрезка 2 σ_4, %, вычисляют по формуле

$$\sigma_4 = \frac{100 \cdot 10^{-\frac{\alpha}{20}}}{2\sqrt{2}}\left(К_{стU_2} - 1\right), \quad (18)$$

где $К_{стU_2}$ — значение КСВН отрезка 2 ($К_{стU_2} \le 1{,}05$);

α — суммарное значение потерь ПФ СВЧ в прямом и обратном направлениях, дБ.

Среднее квадратическое отклонение погрешности из-за КСВН нагрузки σ_5, %, вычисляют по формуле

$$\sigma_5 = \frac{200}{\sqrt{2}} \cdot Г_н \cdot 10^{-\frac{\alpha}{20}} \cdot \sin\left(\varphi_1 + \varphi_2\right), \quad (19)$$

где $Г_н$ — модуль коэффициента отражения нагрузки;

φ_1, φ_2 — фазовый сдвиг, создаваемый отрезками 1 и 2 соответственно.

$$Г_н = \frac{К_{стU_н} - 1}{К_{стU_н} + 1}. \quad (20)$$

УДК 621.317.34.001.4:006.354 ОКС 29.100.10

Ключевые слова: приборы ферритовые сверхвысокочастотного диапазона, методы измерения, коэффициент стоячей волны, напряжение, низкий уровень мощности

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *И.Ю. Литовкиной*

Сдано в набор 07.06.2024. Подписано в печать 21.06.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч-изд. л. 1,18.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru