

УДК 621.317

В. С. БУРЯК, канд. техн. наук, *А. В. БЕЛЯЕВ*, *В. Н. ЗИНЬКОВСКИЙ*,
А. М. ЛЕОНОВ

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЛНОВОДНЫХ РАЗДЕЛИТЕЛЕЙ
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МОЩНОСТИ ПОБОЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ
ПРИБОРОВ СВЧ**

Измерение уровня побочных колебаний (ПК) приборов СВЧ производится в условиях распространения по передающему тракту, кроме частоты основных колебаний (ОК), энергии на частотах гармоник в виде смеси различных типов волн с произвольным фазовым сдвигом. В связи с этим любой из существующих способов измерения ПК предполагает реализацию пространственного (по типам волн) и частотного анализа распространяющихся колебаний [1].

Задача пространственного разделения ОК и ПК решена с помощью волноводного разделителя колебаний (ВРК) [2]. Схема ВРК показана на рис. 1. ВРК состоит из трех основных частей: входной секции 1, отрезка широкого волновода 2 и трех измерительных

каналов 3, образованных делением на три части широкого волновода продольными металлическими перегородками. Измерительные волноводы являются запердевыми для частот ОК. Поэтому мощность ОК отражается от перегородок и полностью проходит в выходной волновод при соответствующем выборе длины широкого волновода. Мощность на частотах ПК проходит в измерительные каналы в виде совокупности нескольких типов волн [2].

Входная секция 1 предназначена для включения ВРК в разрыв СВЧ-тракта исследуемого устройства. В этой же секции установлены ступенчатые трансформаторы для согласования входа ВРК с широким волноводом 2 в рабочей полосе частот. Широкий волновод длиной l обеспечивает фазовый сдвиг $\pi/2$ на рабочей частоте между волнами типа H_{10} и H_{20} , возбуждаемых в нем. Длина волновода определяется из соотношения

$$l = 0.227 \lambda_0 \left[\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{2A}\right)^2} - \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{A}\right)^2} \right]^{-1},$$

где λ_0 — рабочая длина волны ОК; A — ширина широкого волновода.

Размер A выбирается из условия его запердевости в рабочем диапазоне ОК для волны типа H_{30} .

Выделение мощности ПК в выходных каналах ВРК производится с помощью измерительных возбудителей типов волн, которые пред-

ставляют из себя переходы от волновода увеличенного сечения с волной высшего типа к волноводу стандартного сечения соответствующего диапазона с волной типа H_{10} . Мощность ПК на каждой час-

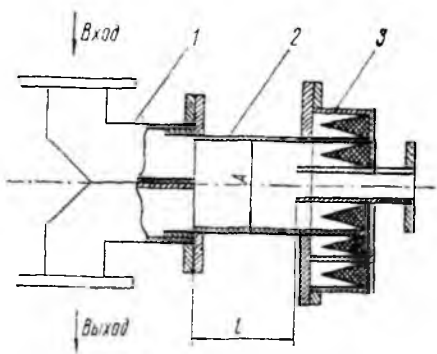


Рис. 1



Рис. 2

тоте определяется суммарной мощностью, измеренной в измерительных каналах на различных типах волн с учетом калибровочного коэффициента K

$$P_{ПК} = K \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^3 P_{ij}.$$

Здесь P_{ij} — мощность, измеренная в канале j на волне типа i . В измерительные каналы проходит значительная часть мощности всех типов волн, распространяющихся в основном волноводу на частотах ПК. Суммарное переходное ослабление не превышает 3 дБ. Расчеты

и экспериментальные исследования показали, что значение K можно принять равным двум в диапазоне частот второй и третьей гармоник основного сигнала. При этом максимальная погрешность измерения уровня ПК за счет ВРК составит не более 3 дБ.

Конструкция выходной секции предусматривает переключения каналов измерения. Два других канала при этом подключаются к согласованным нагрузкам. В используемом ВРК с сечением входного тракта 72×34 мм полоса частот по ОК составляет не более 20 % по уровню $K_{сгУ} \leq 1,2$.

Частотный анализ и измерение уровня мощности ПК в волноводах стандартного сечения проводится с помощью измерительных приемников типа П5 соответствующего диапазона. Поскольку исследуемые приборы имели сечение выходного волновода 72×10 мм, на частотах ПК на вход ВРК поступали только волны типа H_{10} . Поэтому анализ ПК в измерительных волноводах ВРК проводился возбудителями волн типов H_{10} , H_{20} , что обеспечивало достоверную информацию об уровне ПК в основном тракте до частот третьей гармоники ОК.

Схема установки для измерения мощности ПК приборов

СВЧ представлена на рис. 2. Высокочастотная мощность на основной частоте с выхода исследуемого генератора СВЧ 1 полностью проходит через измерительное устройство ВРК 2 и поглощается согласованной водяной нагрузкой измерителя мощности МЗ-13/1 3. Значительная часть мощности ПК ответвляется в измерительные волноводы ВРК, и после выделения и преобразования в возбудителе высших типов волн 4 мощность ПК поступает на вход измерительного приемника 5. Измерение мощности гармоник вплоть до пятой производилось с помощью измерительных приемников П5-7, П5-34, П5-13. Суммарный уровень мощности гармоник $P_{ПК}$ определялся суммированием мощностей P_{ij} типов волн H_{10} , H_{20} в трех измерительных каналах j с учетом поправочного коэффициента K .

Исследовался импульсный генератор СВЧ десятисантиметрового диапазона со средней мощностью порядка 20 Вт (длительность импульса $\tau \approx 0,8$ мкс, частота посылок порядка 1 кГц, скважность 1000).

Результаты измерений уровней мощности гармоник двух приборов приведены в таблице. Относительный уровень суммарной мощности гармоник на выходе исследуемых приборов вычислялся по формуле

$$P_n = 10 \lg \frac{P_{ПК}}{P_{ОК}},$$

Номер гармоники	Типы волн i	P_{ij} , мкВт, в измерительном канале j			P_n , дБ
		1	2	3	
<i>Первый прибор</i>					
2	H_{10}	0,9	1,79	0,18	-65
3	H_{10}	0,2	2,02	2,55	-60
	H_{20}	1,01	1,28	1,61	
4	H_{20}	4,7	23,6	74,7	-47
	H_{20}	29,7	0,37	47,1	
<i>Второй прибор</i>					
2	H_{10}	0,047	0,466	0,736	-69
3	H_{10}	0,023	0,037	0,233	-73
	H_{20}	0,059	0,074	0,074	
4	H_{10}	7,8	3,11	3,92	-52
	H_{20}	15,6	1,56	31,1	

где $P_{ПК}$ — средняя мощность ПК, мкВт; $P_{ОК}$ — средняя мощность ОК, мкВт; n — номер гармоники основной частоты.

Из данных, приведенных в таблице, видно, что мощность третьей гармоники может превышать мощность второй на 5 дБ, а мощность четвертой гармоники превышает уровень третьей на 13 — 21 дБ. Отметим, что от одного экземпляра прибора к другому разброс в значениях мощности гармоник является достаточно большим и может составлять примерно 4 — 13 дБ.

Было изучено влияние анодного тока, напряжения накала и частоты генерации ОК на уровни гармоник исследуемых приборов. В результате выполненных экспериментальных исследований влияния режима работы на уровни гармоник генератора СВЧ установлено, что от выбора режима работы приборов в пределах эксплуатационных значений вышеуказанных параметров уровни гармоник существенно не изменяются.

Таким образом, показана возможность измерения с помощью волноводных разделителей колебаний уровней мощности ПК СВЧ-приборов в диапазоне частот второй и третьей гармоник основного сигнала.

Список литературы: 1. *Побочные колебания в электронных приборах СВЧ*/ Бецкий О. В., Палатов К. И., Цейтлин М. Б., Ильин Ю. Д. М., 1984. 152 с.
2. *Буряк В. С., Леонов А. М., Никитин В. В.* Волноводный разделитель колебаний // Сб. тр. Моск. энерг. ин-та, М., 1984. № 46. С. 50 — 54.

Поступила в редколлегию 12.03.87