

УДК 621.396.677

Разработка волноводной антенны

**С. В. Вертей, И. В. Девина,
М. И. Мигачев**

Представлены технические решения, использованные при разработке волноводной антенны эллиптической поляризации, позволяющие расширить диаграмму направленности по уровню половинной мощности, не изменяя поляризационных характеристик излучения. Приведены результаты сравнения основных характеристик разработанной волноводной антенны и открытого конца волновода.

Введение

В настоящее время антенны сантиметрового диапазона длин волн широко применяются в различных областях радиоэлектроники – связи, телевидении, радиолокации, телекоммуникации, радиоуправлении, а также в системах радиоэлектронного подавления, радиотелеметрии. В сантиметровом диапазоне длин волн находят широкое применение апертурные антенны – и в качестве элементов фазированных антенных решеток, облучателей зеркальных антенн, и как самостоятельные слабонаправленные излучатели. Наиболее часто применяется открытый конец волновода.

В данной статье описан опыт разработки и экспериментального исследования волноводной антенны, выполненной на основе открытого конца круглого волновода с поляризатором в виде диэлектрической пластины [1], который обеспечивает эллиптическую поляризацию излучения. Экспериментально установлено, что для стандартного круглого волновода ширина диаграммы направленности (ДН) по уровню половинной мощности составляет не более 75° [2]. Однако в ряде случаев возникает необходимость использовать антенну с эллиптической поляризацией поля, имеющую более широкую ДН. Авторами статьи разработана волноводная антенна эллиптической поляризации с более широкой ДН по уровню половинной мощности (по сравнению с ДН открытого конца круглого волновода) без изменения поляризационных характеристик излучения.

Результаты моделирования

Антенна представляет собой круглый волновод, в полости которого установлен поляризатор, выполненный в виде диэлектрической пластины. В плоскости раскрытия волновода установлен круглый металлический экран, а кромка волновода продолжена за плоскость раскрытия в виде четырех пилообразных выступов (рис. 1) [3].

При возбуждении электромагнитной волны типа H_{11} в круглом волноводе с поляризатором в виде диэлектрической пластины, установленной под углом 45° по отношению к вектору E электромагнитной волны типа H_{11} , излучается поле с эллиптической поляризацией.

Металлический экран за счет кромочного эффекта увеличивает рассеяние излучаемого электромагнитного поля, поэтому ширина диаграммы направленности в большей степени зависит от размеров металлического экрана. Заметное расширение ДН проявляется при внешнем диаметре металлического экрана не более 2λ (λ – длина волны) [1], но при этом поляризация излучения изменяется от эллиптической до практически линейной.

Продолжение кромки волновода за плоскость раскрыва в виде четырех пилообразных выступов, которые служат рассеивателем излучаемого электромагнитного поля, позволяет сохранить поляризационные характеристики излучения, т. е. эллиптическую поляризацию поля при установке металлического экрана. Высота каждого пилообразного выступа равна $h = d/4$, где d – диаметр волновода.

Таким образом, в результате установки в плоскости раскрыва волновода круглого металлического экрана и продолжения кромки волновода за плоскость раскрыва в виде четырех пилообразных выступов на собственное излучение раскрыва волновода накладывается добавочное излучение, появляющееся за счет возбуждения краев экрана и кромок пилообразных выступов. Это позволяет увеличить ширину ДН по уровню половинной мощности по сравнению с шириной ДН антенны в виде открытого конца волновода, обеспечивая при этом возможность формирования осевой ДН с эллиптической поляризацией поля.

По результатам расчетов волноводная антенна в диапазоне частот $F_0 \pm 1$ ГГц формирует однонаправленные ДН с шириной по уровню половинной мощности не менее $2Q_{0,5} = 100^\circ$. В направлении максимума излучения поляризация эллиптическая (коэффициент эллиптичности (КЭ) не менее 0,8).

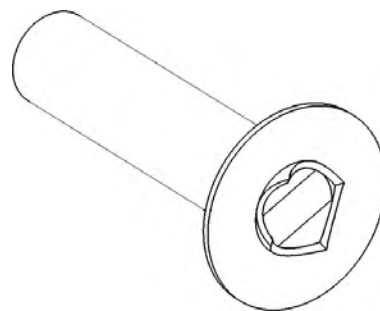


Рис. 1. Модель волноводной антенны

Экспериментальные исследования макета волноводной антенны и стандартного круглого волновода

На рис. 2 и 3 показаны макеты разработанной волноводной антенны и стандартного круглого волновода.

Экспериментальные ДН разработанной волноводной антенны и ДН стандартного круглого волновода на частотах $F_0 - 1$ ГГц, F_0 и $F_0 + 1$ ГГц приведены на рис. 4.

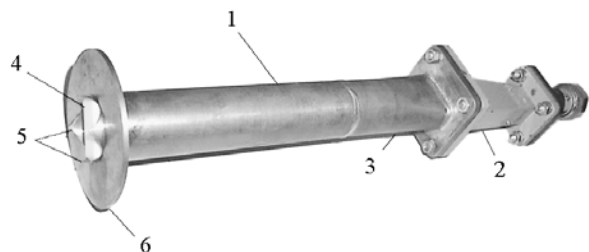


Рис. 2. Макет волноводной антенны: 1 – круглый волновод; 2 – волноводно-коаксиальный переход; 3 – переход с круглого волновода на прямоугольный волновод; 4 – поляризатор; 5 – пилообразные выступы; 6 – экран

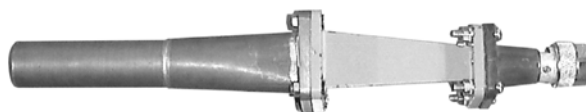


Рис. 3. Макет стандартного круглого волновода

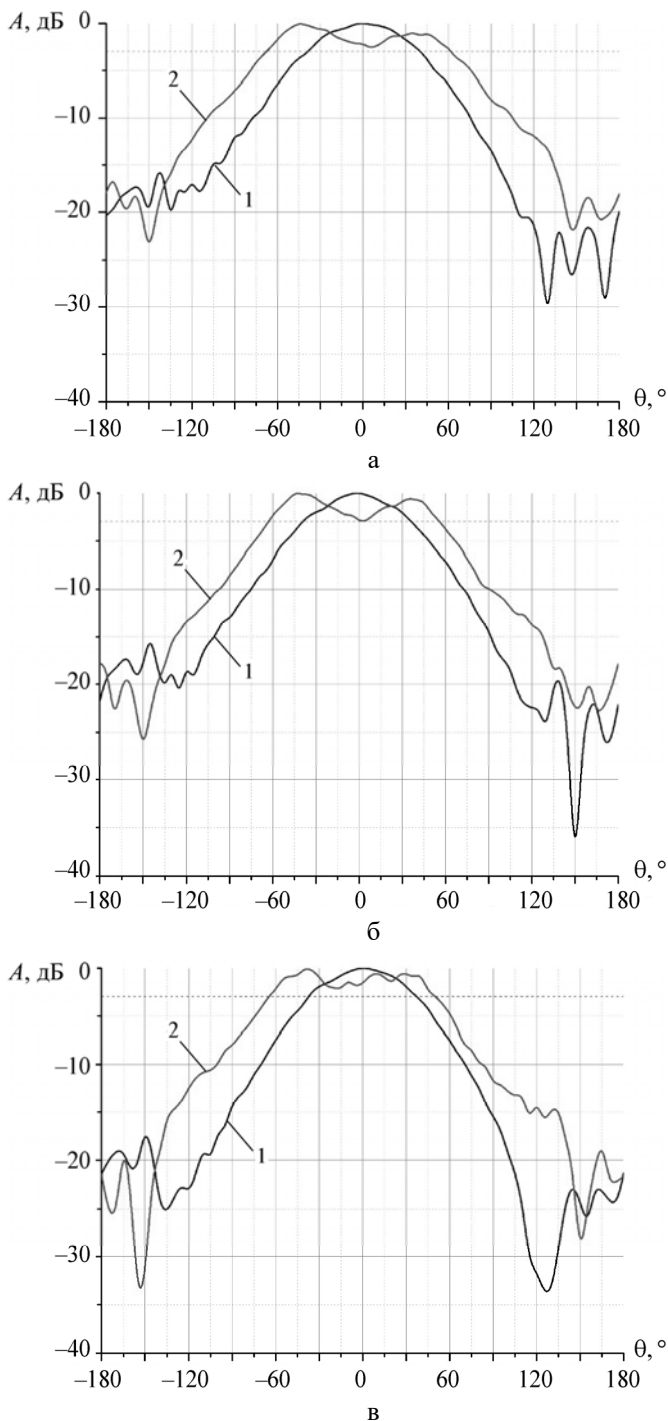


Рис. 4. Экспериментальные ДН разработанной волноводной антенны и стандартного круглого волновода на частотах $F_0 - 1$ (а), F_0 (б) и $F_0 + 1$ (в) ГГц:

- 1 – стандартный круглый волновод;
- 2 – разработанная волноводная антенна

Значения ширины ДН по уровню половинной мощности для волноводной антенны и стандартного круглого волновода, а также значения КЭ [4] в главном направлении на частотах $F_0 - 1$ ГГц, F_0 и $F_0 + 1$ ГГц приведены в таблице.

Ширина ДН для волноводной антенны и стандартного круглого волновода и значения КЭ в главном направлении

Частота, ГГц		$F_0 - 1$	F_0	$F_0 + 1$
Ширина ДН, град.	Волноводная антенна	130	119	115
	Стандартный круглый волновод	75	73	70
КЭ	Волноводная антенна	0,78	0,79	0,79
	Стандартный круглый волновод	0,78	0,79	0,79

На рис. 5 представлен график измеренного значения КСВ разработанной волноводной антенны в рабочем диапазоне частот $\Delta F = F_0 \pm 1$ ГГц.

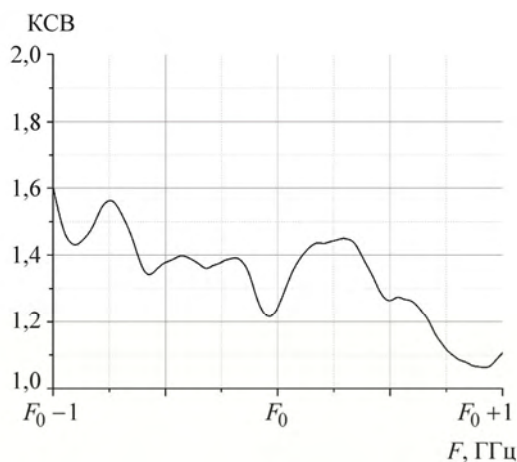


Рис. 5. КСВ волноводной антенны в рабочем диапазоне частот

Заключение

Показано, что применение разработанной волноводной антенны позволяет расширить диаграмму направленности по уровню половинной мощности примерно на 40° по сравнению с диаграммой направленности стандартного круглого волновода, не изменяя поляризационных характеристик излучения. Результаты численного моделирования хорошо согласуются с результатами экспериментального исследования макета разработанной антенны.

Список литературы

1. Драбкин А. Л., Зузенко В. Л., Кислов А. Г. Антенно-фидерные устройства – М.: Сов. радио, 1974. С. 331.
2. Фельда Я. Н. Антенны сантиметровых волн – М.: Сов. радио, 1950. С. 9.
3. Патент RU 2565352, МПК H01Q21/00. Волноводная антенна / М. И. Мигачев, С. В. Вертей // Оpubл. 22.07.2014.
4. Патент RU 2509316, МПК G01R29/10. Способ определения поляризационных характеристик антенн / С. В. Вертей, А. В. Ионов, М. И. Мигачев // Бюл. изобр. 2014. № 7.

Development of Waveguide Antenna

S. V. Verтей, I. V. Devina, M. I. Migachev

The technical solutions that were used in development of elliptically polarized waveguide antenna which allow to expend the radiation pattern at the half-power beamwidth without changing polarization characteristics of radiation are presented in the paper. The results of the comparison of the main characteristics of the developed waveguide antenna and the end waveguide are given.