

ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ САБЛЕВИДНЫХ АНТЕНН ОТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ «САБЛИ»

В середине пятидесятых годов перед специалистами по антенной технике была поставлена задача о поисках новых типов антенн, способных работать в более широком, чем ранее, диапазоне частот. Повышенный интерес к такого рода антеннам был вызван возросшими потребностями и совершенствованием авиационной и ракетной техники. Были разработаны и сконструированы сверхширокополосные антенны, способные работать без изменения своих характеристик и параметров в диапазоне частот 20:1 и более [1, 3]. К такого типа антеннам относится и саблевидная антенна [2], впервые разработанная в США [1]. Некоторые данные об этой антенне, имеющиеся в литературе [4], не позволяют сделать конкретных выводов относительно ее конструктивных особенностей.

Саблевидная антенна представляет собой часть плоскости, заключенную между двумя образующими, уравнения которых имеют вид:

$$1) \quad \left. \begin{aligned} r_1 &= r_0 e^{+a_1 \varphi} \\ r_2 &= r_0 e^{+a_2 \varphi} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

или

$$2) \quad \left. \begin{aligned} r_1 &= r_{01} \varphi \\ r_2 &= r_{02} \varphi \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где:

r — радиус-вектор в полярной системе координат;

r_0 — некоторый коэффициент;

a_1, a_2 — коэффициенты, определяющие скорость развертывания образующих «сабли»;

φ — полярный угол;

$$0 \leq \varphi < \pi.$$

Широкий конец «сабли» припаивается к металлическому экрану, узкий конец ее возбуждается либо коаксиальной, либо волноводной линией питания. В качестве экрана был взят плоский латунный лист размерами 860×730 мм.

Одним из важнейших параметров, характеризующих любую антенну, является ее входное сопротивление. Знание характера зависимости входного сопротивления в широком диапазоне частот особенно важно для сверхширокополосных антенн ввиду трудностей подбора согласующего устройства. Как следует из экспериментальных данных, входное сопротивление

саблевидной антенны практически постоянно в диапазоне частот не менее 12:1. Если за критерий диапазонности принять условие, что величина КСВН в линии возбуждения антенны не превышает 2, то в этом случае диапазонность саблевидной антенны достигает 15:1 и более. Вместе с тем рабочий диапазон частот антенны ограничен как со стороны верхних, так и со стороны нижних частот. Диапазонность «сабли» со стороны низких частот определяют геометрические размеры антенны. Как установлено, ограничение диапазона со стороны низких частот наступает тогда, когда по внешней образующей «сабли» укладывается половина длины волны генератора. При дальнейшем увеличении длины волны КСВН в линии возбуждения антенны резко возрастает, одновременно возрастают активная и реактивная составляющие входного сопротивления. Этот факт можно объяснить, исходя из следующих соображений.

Как установлено в результате исследований, в «сабле» существует квазибегущая волна тока, амплитуда которой убывает по экспоненциальному закону. Измерения распределения фазы тока, обтекающего «саблю», показали, что фаза изменяется по линейному закону, причем фазовая скорость волны в «сабле» в два раза превышает скорость света в вакууме, т. е. в «сабле» существует быстрая волна тока. Исходя из этого, длина волны тока в «сабле» λ_c вдвое превышает длину волны генератора $\lambda_{ген}$. Поэтому при $\lambda_{ген} = 2l_{внеш}$ или, что одно и то же, $\lambda_c = 4l_{внеш}$ наступает высокоомный резонанс, такой же, как и у четвертьволновой линии, разомкнутой на конце. Высокоомный резонанс ограничивает диапазонность саблевидной антенны со стороны низких частот.

Одним из важных геометрических параметров, наиболее сильно влияющих на величину входного сопротивления антенны, является размер полости, образованный внутренней образующей «сабли» и экраном. Как установлено экспериментально, активная часть входного сопротивления остается практически неизменной для саблевидных антенн с отношением длин внешней и внутренней образующих, равным 2. Реактивная часть входного сопротивления составляет не более 20% величины активной части.

Изменение толщины «сабли» также влияет на величину входного сопротивления. Например, при увеличении толщины на 1 мм усредненное значение активной части входного сопротивления уменьшается приблизительно на 4 ом. При этом одновременно уменьшается, притом в гораздо большей степени, реактивная часть входного сопротивления. Вместе с тем произвольно увеличивать толщину «сабли» нельзя, так как при толщине, большей диаметра выходного отверстия фидера, реак-

тивная часть входного сопротивления антенны значительно увеличивается.

Такие параметры, как скорость разворачивания образующих антенны, диаметр выходного отверстия фидера и др., как показали проведенные исследования, в незначительной степени влияют на входное сопротивление антенны.

Литература:

1. Turner E. M. Spiral antennas meet needs of new Vehicles. Space aeronautics. 1959. vol. 31. Nr 1. pp. 56—62.
2. Klass P. S. Airborne spiral antennas minimize Drag. Aviation week. 1959. vol. 69. Nr 2. July 14. pp. 75—82.
3. Сверхширокополосные антенны. Изд. «Мир». М., 1964.
4. Резников Г. Б. Самолетные антенны. Изд. «Советское радио». М., 1962.

А. Е. САВКИН

ВЛИЯНИЕ УГЛОВОЙ РАСХОДИМОСТИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ОПТИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ КРИСТАЛЛОВ KDP НА КРИТИЧНОСТЬ К НАПРАВЛЕНИЮ ФАЗОВОГО СОГЛАСОВАНИЯ ПРИ УДВОЕНИИ ЧАСТОТЫ

Как известно, при генерации второй гармоники на нелинейных кристаллах существенной является зависимость мощности преобразованного излучения от угла между коллинеарными лучами преобразуемого излучения и направлением фазового согласования. Величина угла $\Delta\theta$, при котором мощность преобразованного излучения уменьшается в два раза, может служить мерой критичности установки кристалла KDP к направлению фазового согласования.

Пользуясь плосковолновым приближением, можно получить формулы, позволяющие рассчитать углы $\Delta\theta$. Для двух способов взаимодействия волн основного излучения (ооо и оое взаимодействия) эти формулы запишем следующим образом:

$$\frac{\sin(a_{oo}^e \cdot \Delta\theta_{oo}^e)}{(a_{oo}^e \cdot \Delta\theta_{oo}^e)} = \frac{1}{\sqrt{2}}; \quad \frac{\sin(a_{oe}^e \cdot \Delta\theta_{oe}^e)}{(a_{oe}^e \cdot \Delta\theta_{oe}^e)} = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad (1)$$

В формулах (1) введены обозначения:

$$a_{oo}^e = 2\pi l \rho_{oo}^e(2\omega) \frac{n_o(\omega)}{\lambda}$$

$$a_{oe}^e = 2\pi l [\rho_{oe}^e(2\omega) - \rho_{oe}^e(\omega)] \left[\frac{n_o(\omega)}{\lambda} + \frac{n_e(\omega)}{\lambda} \right], \quad (2)$$