

ности, излучаемой в единицу телесного угла в направлении  $\theta, \varphi$  (в направлении максимума ДН  $D = D_{\text{макс}}$ ) к ср. мощности, излучаемой А. по всем направлениям:

$$D(\theta, \varphi) = 4\pi F(\theta, \varphi) / \int_{4\pi} F(\theta, \varphi) d\Omega = D_{\text{макс}} F(\theta, \varphi). \text{ Для}$$

апертурных А.  $D_{\text{макс}} = k \cdot 4\pi / \Delta\theta_{0,5} \Delta\varphi_{0,5}$ , где  $k \approx 0,6 - 0,7$  — коэффициент использования А., учитывающий, что часть мощности  $\beta$  ( $\beta = \int_{\Omega_{\text{бок}}} F d\Omega / \int_{4\pi} F d\Omega$ )

уходит в боковые и задние лепестки, а апертура А. облучается неравномерно. Обычно  $D_{\text{макс}} < 1/\alpha$ , т. е. КНД антенны, выраженный в дБ, не может превышать по абс. величине ср. уровня (в дБ) боковых лепестков. Напр., если  $\alpha = 10^{-6}$  (т. е. —50 дБ), то  $D_{\text{макс}} < 10^6$  (50 дБ). Можно определить КНД также путём сравнения с гипотетич. изотропной, ненаправленной А.: КНД — величина, показывающая, во сколько раз мощность  $P_{\text{и}}$ , излучаемая изотропной А., должна быть больше мощности  $P_{\text{и}}$ , излучаемой данной А., при равенстве полей, возбуждаемых ими в направлении  $\theta, \varphi$ .

Значения КНД для разных А. заключены в пределах от 1,5 (элементарный вибратор) и 1,64 (полуволновой вибратор) до  $10^8$  (зеркальные А. с большим отношением  $D/\lambda$ ). Коэф. усиления  $G(\theta, \varphi)$  учитывает кнд антенны, т. е. отношение излучаемой мощности  $P_{\text{и}}$  к мощности  $P_{\text{подв}}$ , подводимой к А.,  $\eta = P_{\text{и}}/P_{\text{подв}}$ . По определению коэф. усиления — величина, показывающая, во сколько раз мощность, подводимая к изотропной А. без потерь, должна быть больше мощности, подводимой к рассматриваемой А., чтобы были равны возбуждаемые ими в направлении  $\theta, \varphi$  поля.

Т. о., при определении  $G$  сравниваются мощности, подводимые к изотропной и рассматриваемой А., в то время как при определении КНД сравниваются и з л у ч а е м ы е ими мощности. Излучаемую А. мощность характеризуют сопротивлением излучения  $R_{\text{и}}$ , эту величину вводят согласно (2). Сопротивление излучения — составная часть входного импеданса А. (отношения комплексных амплитуд напряжения и тока на

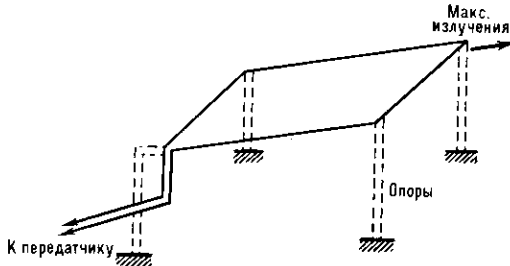


Рис. 16. Ромбическая антенна.

входе А.)  $Z = iX + R_{\text{п}} + R_{\text{и}}$ , где  $X$  — реактивная часть входного импеданса,  $R_{\text{п}}$  — сопротивление потерь.

Диапазон частот  $\Delta\omega$ , в к-ром характеристики А. можно считать практически неизменными, наз. её полосой частот. Напр., ромбич. и логопериодич. А. (рис. 16, 17) — весьма широкополосны. Это важно, напр., в условиях связи через отражения от ионосферы, свойства которой изменяются, что требует изменения  $\lambda$ .

Специфич. параметром передающей А. является допустимая величина излучаемой мощности. Если токонесущие части передающей А. окружены воздухом, то при  $E > 30$  кВ/см (и нормальном атм. давлении) наступает электр. пробой. Поэтому предельно допустимая мощность излучения (в 2—3 раза большая рабочей) определяется из условия  $E < 30$  кВ/см в точке макс. напряжённости поля вблизи А.

П р и ё м н ы е А. характеризуются в силу теоремы взаимности теми же параметрами, что и передающие. В частности, ДН антенны в режиме излучения и приёма

совпадают. Для приёмных антенн ДН — это зависимость напряжения, тока или мощности на клеммах А. от угла прихода плоской волны. Приёмную А. характеризуют дополнит. параметры: э ф ф е к т и в н а я площадь  $\sigma_{\text{эфф}}$  (для одномерных А. — действующая длина или высота), *шумовая температура*  $T_{\text{аш}}$ , *помехозащитность*.

Если бы вся мощность, падающая на раскрыв А., поглощалась ею, то  $\sigma_{\text{эфф}}$  равнялась бы геом. площади  $\sigma_{\text{геом}}$  раскрыва А. Поскольку, однако, часть мощности рассеивается, а часть теряется из-за джоулевых потерь, то  $\sigma_{\text{эфф}} < \sigma_{\text{геом}}$ . Теорема взаимности устанавливает однозначную связь между  $\sigma_{\text{эфф}}$  и  $D_{\text{макс}}$ :  $\sigma_{\text{эфф}} = \lambda^2 D_{\text{макс}}^2 / 4\pi$ . Для элементарных источников по этой ф-ле определяют эфф. раскрыв.

На приёмную А. всегда, кроме полезного сигнала, воздействуют шумы. Шумовая темп-ра  $T_{\text{аш}}$  приёмной А. вводится соотношением  $kT_{\text{аш}}\Delta\omega/2\pi = P_{\text{вх}}$ , где  $\Delta\omega$  — полоса частот приёмника,  $k$  — постоянная Больцмана,  $P_{\text{вх}}$  — мощность шумов на входе приёмника. Величина  $T_{\text{аш}}$  обусловлена как собств. шумами А.  $T_{\text{ш}} = (1 - \eta) T_0$  (где  $T_0$  — темп-ра материала А.,  $\eta$  — кнд), так и внеш. радиоизлучением: Земли, атмосферы и космич. пространства.

Существенной для высокочувствит. приёмных А. является помехозащитность, к-рую можно обеспечить, снижая общий уровень боковых лепестков и используя т. н. *адаптивные антенны*, параметры к-рых автоматически изменяются в зависимости от условий работы.

Специфич. параметром приёмной А. является чувствительность к пространств. вариациям падающего поля, или к *пространственным частотам*. Приёмную А. можно рассматривать как линейный фильтр пространственных частот. А. со сплошной апертурой при приёме радиоизлучения распределённого источника формирует усреднённое по ДН радиоизображение этого источника. Если разложить это радиоизображение в спектр по пространственным частотам, то А. «обрезает» высокие частоты, период к-рых меньше ширины ДН (А. «не разрешает» детали меньше  $\lambda/D$ ). Для получения возможно более полного спектра пространственных частот, т. е. детального радиоизображения, необходимо увеличивать разрешение, т. е. увеличивать размеры А.

В процессе разработки, производства и эксплуатации А. необходимы измерения их параметров. Методы измерения параметров А. можно разделить на две группы в зависимости от расположения передатчика (приёмника) в дальней зоне А.; в зоне Френеля или в волновой зоне вблизи А., условно — в ближней зоне. Первая группа методов сравнительно просто реализуется при исследовании А. с малыми геом. и электр. размерами (малы  $D$  и  $D/\lambda$ ), для к-рых расстояние до дальней зоны составляет единицы или десятки м. Такие А. исследуют в безэховых камерах с использованием методов двух и трёх А., расположенных взаимно в дальней зоне. Для ДВ-, СВ-, и КВ-антенн, а также антенн СВЧ с  $D/\lambda \gg 1$  приходится располагать вспомогат. А. (передающую или приёмную) на спец. вышке или летат. аппарате, что весьма сложно и дорого, но в ряде случаев единственно возможно. К первой группе относится также радиоастр. метод, когда в качестве передатчика используются космич. источники радиоизлучения. Ко второй группе относятся метод фокусировки, коллиimatorный и амплифазометрич. (радиологич. ф-ч.) методы. Метод фокусировки связан с перестройкой А. таким образом, чтобы распределение поля в зоне Френеля повторяло его распределение в дальней зоне. В коллиimatorном и амплифазометрич. методах реализуется такой излучатель, к-рый, будучи помещён

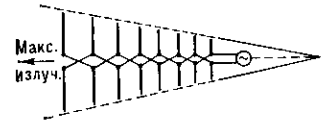


Рис. 17. Логопериодическая антенна.