

ТИПОВОЙ РАСЧЕТ ПО КУРСУ “ЭЛЕКТРОДИНАМИКА”, поток ЭР-16, 4 семестр

Часть 3. Волноводы (сдача на 15 неделе)

Электромагнитная волна заданного типа распространяется в прямоугольном или круглом волноводе с заданными размерами поперечного сечения a , b или r_0 (см. таблицу). Волновод заполнен **воздухом**, стенки выполнены из **меди**. Средняя мощность, переносимая волной заданного типа в сечении $z = 0$, равна P_0 (см. таблицу). Выполните следующее задание.

1. Определите критическую частоту для волны заданного типа $f_{кр}$ и ближайшую критическую частоту $f_{кр\ соc}$ для соседней волны ($f_{кр\ соc} > f_{кр}$). Запишите условие распространения волны заданного типа: а) в виде соотношения для частоты колебаний; б) в виде соотношения для длины волны генератора. **Сделайте вывод**, во сколько раз $f_{кр}$ заданного типа превышает критическую частоту волны основного типа в данном волноводе.
2. Запишите формулы, рассчитайте и постройте для волны заданного типа частотные зависимости продольного волнового числа, фазовой скорости, длины волны и коэффициента затухания за счет потерь в металлических стенках. **Сделайте вывод**, в какой области частот полученные графики h , v_ϕ и λ_g зависят от частоты практически так же, как для обычной плоской волны в среде без потерь.
3. Повторите пп. 1 и 2 для случая, когда волновод заполнен средой без потерь с параметрами ϵ и μ (см. задание к части 1 данного ТР). **Сделайте вывод**, когда имеет смысл заполнять волновод диэлектриком.

Дальнейшие пункты задания выполняйте для волновода с воздушным заполнением.

4. Найдите рабочую частоту f_0 , равную $1,5 \cdot f_{кр}$. Запишите формулы для составляющих поля для волны заданного типа как в общем виде, так и с учетом конкретных значений индексов m , n . Выведите формулу, связывающую переносимую мощность P_0 и амплитудный коэффициент заданной волны (сами, без поддержки MathCad, используйте табличные интегралы), рассчитайте этот коэффициент для частоты f_0 . Найдите максимальные амплитуды всех проекций векторов \mathbf{E} и \mathbf{H} для заданных условий. **Сделайте выводы**: как зависит амплитудный коэффициент волны: а) от частоты колебаний; б) от размеров поперечного сечения волновода.
5. Изобразите картины поля и токов для волны заданного типа в двух случаях: а) в волноводе получен режим бегущей волны (к концу волновода подключена неотражающая нагрузка); б) в волноводе получен режим стоячей волны (к концу волновода подключена поперечная металлическая пластина - фланец).

Примечание. Картины поля строятся качественно, в поперечном сечении и в одном из продольных сечений. Картины токов строятся в изометрической проекции и в одном из сечений (в этом сечении показывается переход линий поверхностного электрического тока в линии тока смещения внутри волновода). Рядом с сечением нужно указать значение той координаты, которая постоянна в этом сечении. Например: $x = a/2$; или для режима стоячей волны $z = -\lambda/4$, считая координату фланца $z = 0$.

6. Укажите варианты оптимального возбуждения волны заданного типа с помощью штыря, рамки и щели. Для этого: а) проанализируйте формулы для составляющих поля и поверхностного тока; определите и **запишите координаты и ориентацию** возбуждителей; б) на картинах поля в соответствующих точках отметьте расположение штыря и рамки; на картине токов отметьте расположение щели. **Сделайте выводы**: а) волны каких других типов могут также возбуждаться Вашими возбуждателями для выбранных вариантов их расположения и ориентации; б) в чем состоит различие между возбуждением бегущей волны и возбуждением стоячей волны.

Примечание. Рассматривайте только варианты, когда штыревой и рамочный излучатели находятся в непосредственной близости от стенок волновода. Учитывайте, что некоторые излучатели **могут быть неприменимы** (при равенстве нулю одного из векторов поля у всех боковых стенок).

7. Проанализируйте полученные результаты и представьте выводы.