

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ФАЗОВРАЩАТЕЛЯ С АЗИМУТАЛЬНО НАМАГНИЧЕННЫМ ФЕРРИТОВЫМ СТЕРЖНЕМ

Л. Ф. Картавцева, А. Ф. Зоркин, С. А. Петренко

Харьков

В настоящей работе рассматривается система прямоугольный волновод с ферритовым стержнем квадратной формы поперечного сечения. Стержень намагничен кольцеобразно и расположен соосно с волноводом. Эта система выбрана на основании анализа, проведенного в работах [1, 2, 3]. Приближенный расчет проводился методом собственных функций [4] с последующим применением метода малых возмущений.

Целью работы является определение оптимальных геометрических размеров относительно наибольшей добротности системы в рабочей полосе частот. Конкретное исследование было проведено на прямоугольном волноводе с размерами 23×10 мм² и ферритовым материалом с параметрами $4\pi M_s = 600$ гс, $\epsilon = (9,8 - i0,01)\epsilon_0$, $\Delta H = 100$ э, которые предполагаются независимыми от частоты.

Прежде всего была рассчитана полоса частот одноволнового режима системы в зависимости от размеров поперечного сечения размагниченного ферритового стержня при изменении размеров узкой стенки волновода от 10 до 20 мм. Как показано в [3], диапазон одноволнового режима ограничен критическими частотами квази — H_{10} волны и ближайшим высшим типом квази — H_{01} .

Расчеты показали, что по мере увеличения высоты волновода полоса одноволнового режима уменьшается; это обусловлено снижением критической частоты квази — H_{01} волны, которая зависит от размера узкой стенки волновода. Критическая частота квази — H_{10} определяется главным образом размером широкой стенки волновода. Поэтому диапазон одноволнового режима сужается так, что средняя частота диапазона смещается в сторону низких частот.

Затем были проведены расчеты характеристик системы при намагниченном ферритовом стержне (остаточная намагниченность $0,7 \cdot 4\pi M_s$). Результаты расчетов невязимного фазового сдвига, потерь и добротности в зависимости от высоты волновода при оптимальном размере поперечного сечения ферритового стержня показаны

на рисунках 1 и 2. На рис. 1 приведены графики зависимости коэффициента затухания и невязимного фазового сдвига от частоты при оптимальных размерах стержня. Сплошная линия соответствует α (коэффициенту затухания), штриховая — невязимному фазовому сдвигу ($\Delta\varphi_n$). Цифры у кривых означают: без скобок — размер узкой стенки в мм при широкой стенке 23 мм,

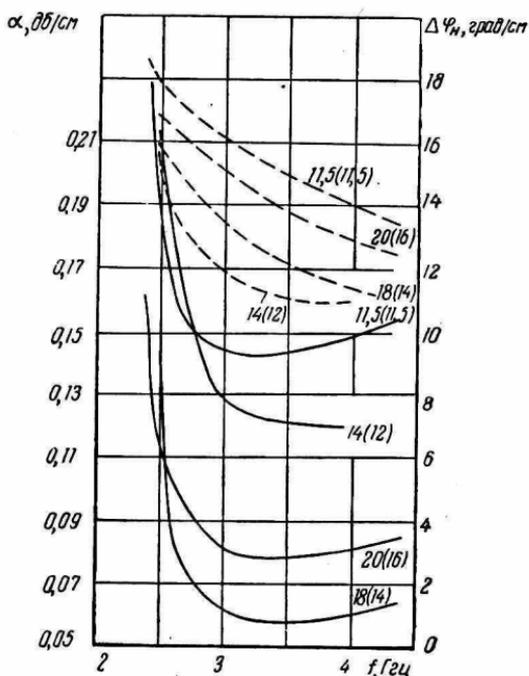


Рис. 1. Коэффициент затухания и невязимный фазовый сдвиг в зависимости от частоты при оптимальных размерах образца.

в скобках — размер стороны квадрата поперечного сечения ферритового стержня. Как видно из графиков, при увеличении размера узкой стенки волновода невязимный фазовый сдвиг и потери сначала убывают, затем начинают расти. При этом потери уменьшаются значительней чем фаза, что и определяет наличие такой высоты волновода, при которой добротность имеет наибольшую величину в диапазоне частот.

Зависимость добротности от частоты при оптимальных размерах ферритового стержня представлена в виде графиков на рис. 2. Цифры у кривых означают: без скобок — размеры поперечного сечения волновода в мм, в скобках — размер стороны квадрата поперечного сечения ферритового стержня. Согласно графикам, наибольшее значение добротности наблюдается при размере узкой стенки 18 мм и размере поперечного сечения

ферритового стержня 14×14 мм². Максимальная величина добротности около 220. Эти размеры системы можно считать оптимальными. Оптимум по высоте волновода довольно хорошо совпадает с условием наименьших потерь по диапазону частот.

Выбирая данную систему за исходную, было рассмотрено влияние размера широкой стенки волновода на добротность. Результаты расчета добротности в зависимости от частоты при размерах широкой стенки волновода 21 мм и 25 мм приведены в виде графиков на рис. 2. Как видно из графиков, уменьшение или увеличение размера широкой стенки волновода приводит к снижению величины добротности. Наряду со снижением добротности происходит некоторое смещение рабочей полосы частот.

ВЫВОДЫ

1. Для данного диапазона частот одноволнового режима существуют определенные размеры поперечных сечений волновода и ферритового стержня, при которых добротность по диапазону наибольшая.

2. Для повышения точности в определении оптимального размера системы прямоугольный волновод с квадратным кольцеобразно намагниченным ферритовым стержнем необходимо пользоваться при расчетах параметрами используемых ферритовых стержней.

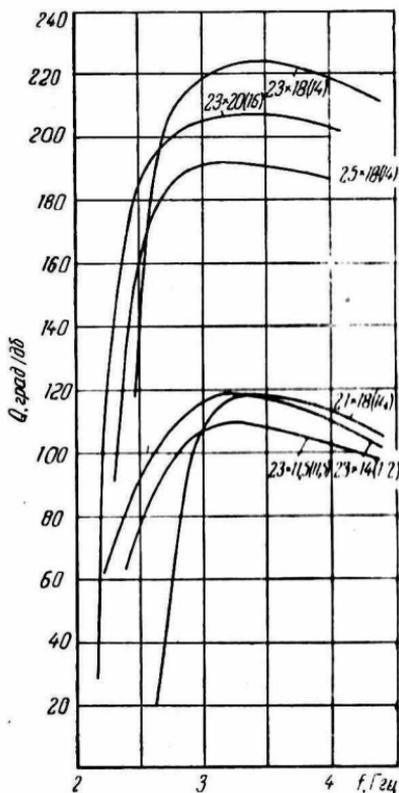


Рис. 2. Добротность в зависимости от частоты при оптимальном заполнении.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Ф. Зоркин, Л. Ф. Картавцева. Исследование дисперсии прямоугольного волновода, содержащего ферритовый стержень, намагниченный кольцевым полем. Труды конференции по электронной технике. Ферритовые СВЧ приборы и материалы, вып. 1 (17), 1970.

2. А. Ф. Зоркин, Л. Ф. Картавцева. Дисперсия прямоугольного волновода при различных положениях ферритового образца. Труды конференции по электронной технике. Ферритовые СВЧ приборы и материалы, вып. 1 (17), 1970.

3. А. Ф. Зоркин, Л. Ф. Картавцева. Дисперсионные свойства прямоугольного волновода с частичным ферритовым заполнением. Сб. «Радиотехника», вып. 15, Изд-во ХГУ, Харьков, 1970.

4. В. М. Машковцев, К. Н. Цибизов, Б. Ф. Емелин. Теория волноводов. Изд-во «Наука», М., 1966.