

ТРАНСФОРМАТОР ПОЛНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ НА ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ ВОЛНОВОДЕ

*О. Д. Бакланов, Б. Н. Бальзамов, В. В. Устименко,
Н. С. Иванов, В. Ф. Кравченко, В. С. Жилков,
И. А. Хижняк, Е. Л. Пиротти*

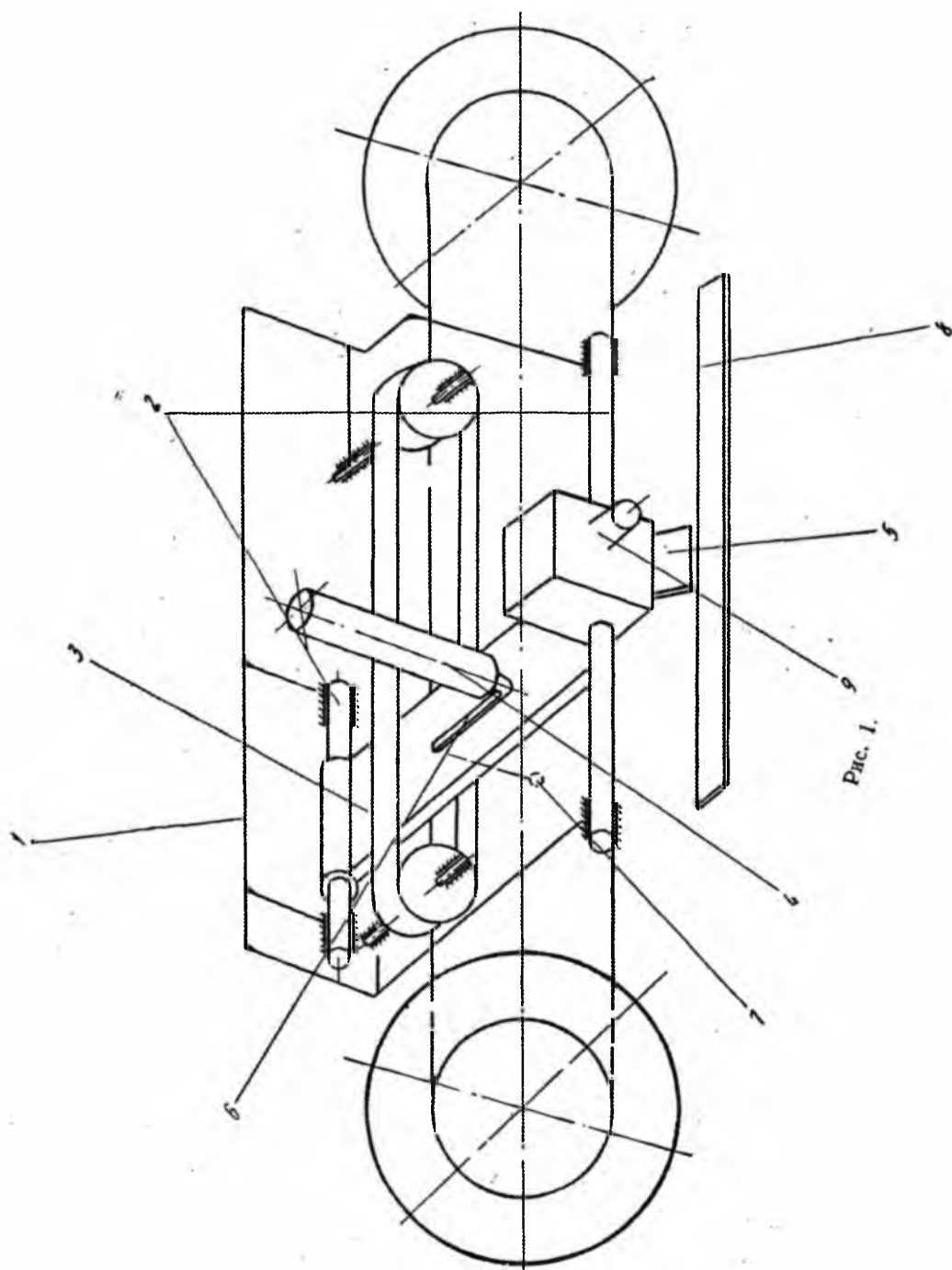
Харьков

В связи с интенсивным развитием исследований волноводных линий для дальней связи повышается практический интерес к цилиндрическим волноводам [1—5]. Решениями Всесоюзной конференции 1967 г., посвященной применению волноводов для дальней связи, предусматривается интенсивное расширение теоретических исследований вопросов, связанных с распространением электромагнитных волн в цилиндрических волноводах, а также разработка конкретных измерительных устройств, предназначенных для измерения различных параметров СВЧ-тракта.

В работе рассматриваются пути создания одного из распространенных элементов в технике СВЧ — трансформатора полных сопротивлений. Отличительной особенностью предполагаемого устройства является возможность строгого расчета в длинноволновом приближении. В соответствии с этим можно в количественном и качественном отношении оценить основные параметры трансформатора — динамический диапазон согласования и полосу частот устройства.

Конструкция прибора предусматривает возможность размещения неоднородностей внутри круглого волновода и транспортировки их в двух взаимно-перпендикулярных направлениях: вдоль оси волновода на расстояние 50 мм и в поперечном направлении (в вертикальной плоскости, проходящей через ось волновода) — на 25 мм. Прибор выполнен в виде четырех отдельных блоков, последовательно расположенных вдоль волновода.

Конструкция блоков приведена на рис. 1. На жесткой раме 1 закреплены направляющие 2, вдоль которых свободно перемещается каретка 3 с измерительным микрометром 4 и нониусом 5. На штоке микрометра укреплен рычаг 6 с держателем неоднородности 7. Рычаг может перемещаться в вертикальном направлении. Горизонтальные перемещения



неоднородности обеспечиваются перемещениями самой каретки и регистрируются с помощью нониуса и измерительной линейки 8. Перемещение каретки производится вращением маховичка 9.

Держатель с неоднородностью 1 (рис. 2) проходит сквозь щель, выбранную в стенке волновода вдоль его оси. Щель прикрывается бесконечной лентой, состоящей из двух частей: широкой 2 и узкой 3. Перемещения неоднородности внутри волновода осуществляются с помощью рычага 4 и каретки 5.

Узкая лента по ширине укладывается в щель и ее внутренняя (серебряная) поверхность закрывает поверхность волновода. Комбинация узкой и широкой лент должна обеспечить достаточно надежную защиту от излучений во внешнее пространство. Плотность прилегания лент достигается с помощью натяжного устройства.

Известно, что решение граничной задачи о рассеянии электромагнитных волн на неоднородностях правильной формы (даже при рассмотрении частного случая) представляет большую математическую трудность. Это относится прежде всего к конструированию решения данной задачи, а также к оценке эффектов рассеяния электромагнитных волн на изучаемом объекте.

В этой связи возможность использования на практике данного устройства оценивалась экспериментальным путем на разработанной нами установке, включающей в себя рефлектометр и волноводную секцию с конкретной неоднородностью. Конструкция допускает радиальное перемещение неоднородности и измерение его величины.

В процессе исследования макета измерялся коэффициент отражения для сферической неоднородности в зависимости от положения ее в цилиндрическом волноводе. Измерения проводились для сфер правильной формы из стали (рис. 3), феррита (рис. 4) и свинца. Практический интерес представляют первые два материала.

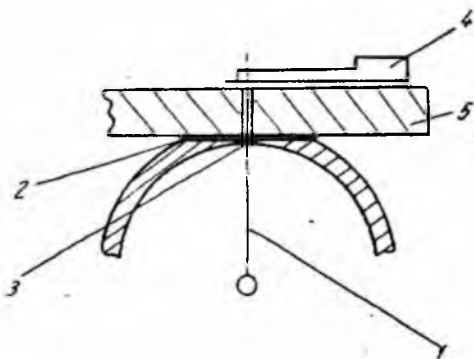


Рис. 2.

ВЫВОДЫ

1. Для стальной сферы, помещенной в круглый волновод, коэффициент отражения существенно зависит от частоты. Такая зависимость для трансформаторов полных сопротивлений на прямоугольных волноводах имеет более плавный ход.

2. Для ферритовой сферы характер кривой (рис. 4) менее резкий, чем для металлических неоднородностей. Имеющийся провал при положении сферы, соответствующем ее расположению в средней части цилиндрического волновода, по-видимому, связан с возбуждением объема. Этот эффект может быть использован для расширения полосы трансформаторов полных сопротивлений.

3. Создание трансформаторов полных сопротивлений на цилиндрических волноводах принципиально возможно.

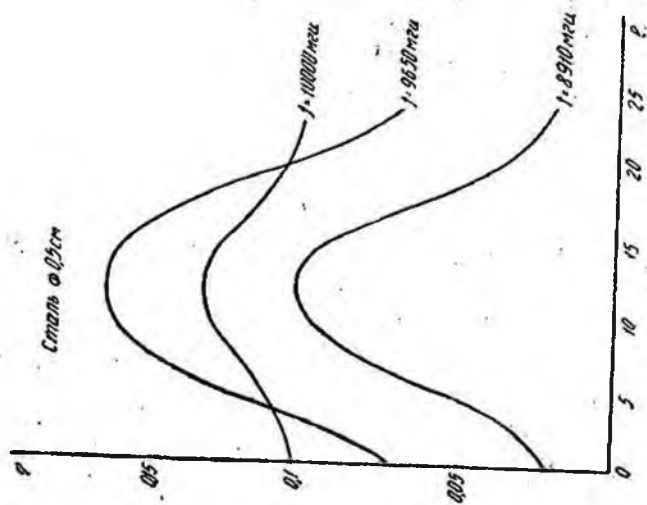


Рис. 3.

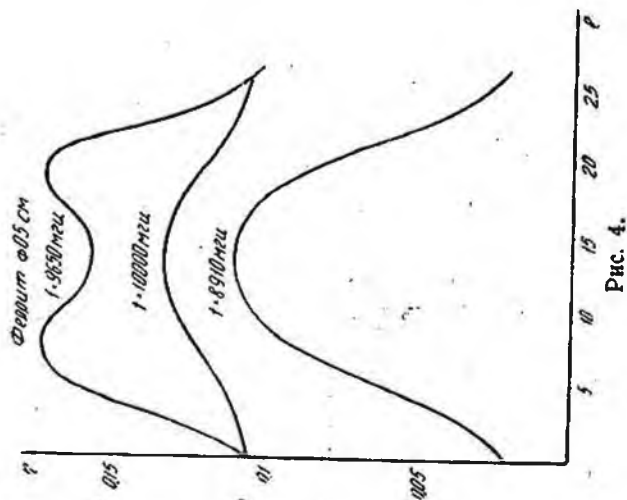


Рис. 4.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. А. Хижняк. Рассеяние электромагнитных волн на малых телах в волноводах. Сб. «Радиотехника», вып. 4. Изд-во Харьковск. ун-та, 1967.
2. В. С. Жилков, В. Ф. Кравченко, Н. А. Хижняк. Об одном методе расчета неоднородностей в прямоугольном и цилиндрическом волноводах и его практическом использовании. Сб. «Радиотехника», вып. 10. Изд-во Харьковск. ин-та, 1969.
3. Champilin Keith S. Калиброванные эталоны коэффициента отражения для волны TE_{01} в круглом волноводе. «IEEE Trans. on Microwave Theory and Tech.», v. 16, № 2, 1968.
4. Е. И. Нефедов, Л. И. Пангонис, М. В. Персиков, А. Н. Сивов. Анализ распространения быстрых электромагнитных волн в спиральном волноводе с металлическим экраном. «Радиотехника и электроника», т. XIV, вып. 1, 1969.
5. Е. И. Нефедов, М. В. Персиков, А. Н. Сивов. Анализ распространения быстрых электромагнитных волн в круглой трубе со спиральными канавками. «Радиотехника и электроника», т. XIV, вып. 1, 1969.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТРАНСФОРМАТОРОВ ПОЛНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ НА ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ВОЛНОВОДАХ

*Е. Л. Пиротти, О. Д. Бакланов, Б. Н. Бальзамов,
В. Ф. Кравченко, В. С. Жилков, Н. А. Хижняк,
В. В. Устименко*

Харьков

Задачи о согласовании генератора и нагрузки при передаче энергии по СВЧ-трактам, а также о создании частотных фильтров рассматривались теоретически и экспериментально. Этим вопросам уделяется много внимания в отечественной и зарубежной литературе [1—5].

Как известно, принцип работы названных устройств основан на компенсации реактивностей, учете рассеяния электромагнитных волн на отдельных элементах волноводной линии и т. д. Однако, несмотря на имеющиеся достижения в этом направлении (удачные конструктивные решения, высокая точность и стабильность в работе), строгая теория расчета устройств еще недостаточно разработана. Это связано прежде всего с ограниченной возможностью корректной постановки внутренней задачи электродинамики и выбором эффективного аппарата при ее решении.

Хотя при решении внутренних задач электродинамики встречаются отдельные трудности, некоторым авторам удалось разработать новую методику расчета подобных приборов, подтверждающуюся экспериментальными данными. Она основана на использовании интегро-дифференциальных уравнений, одновременно удовлетворяющих краевым условиям при рассеянии электромагнитных волн на телах, помещенных в прямоугольный волновод, а также граничным условиям на проводящих стенках волновода.

В работе иллюстрируется эффективность предлагаемого метода при расчете конкретной модели волноводного устройства и его параметров.

Постановка задачи и ее решение

Рассмотрим прямоугольный волновод, в котором расположено два тела эллипсоидальной формы. Из решения станет очевидно, что число рассеивателей может быть произвольным и скажется лишь на количестве уравнений, с помощью которых определяются рассеянные поля.

Рассеиватели обладают некоторыми тензорами проницаемостей ϵ и μ . Расстояние между ними $s > \lambda_v$, линейные размеры $a \ll \lambda_v$. Тогда рас-