

При существующих соотношениях объемов образца и наковален ферромагнитные наковальни в «бомбе», ось которой расположена вдоль поля соленоида, будут работать как сердечник в обычном электромагните. Это сильно влияет на измеряемые гальваномагнитные эффекты, особенно в слабых полях, где величина индукции в системе будет примерно в четыре раза превышать величину внешнего поля.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Bridman P. W. «Proc. Am. Acad. Arts Sci.», 71, 387, 1937.
2. Wittig J. J. Phys., 105, 215, 1966.
3. Берман И. В., Брандт Н. Б., Гинзбург Н. И. ЖЭТФ, 53, 124, 1967.
4. Брандт Н. Б., Берман И. В. Письма в ЖЭТФ, 7, 198, 1968.
5. Берман И. В., Брандт Н. Б. Письма в ЖЭТФ, 7, 412, 1968.
6. Берман И. В., Брандт Н. Б. Письма в ЖЭТФ, 10, 88, 1969.
7. Брандт Н. Б., Гинзбург Н. И. «Успехи физических наук», 98, 95, 1969.
8. Туманов В. И. Свойства сплавов системы карбид вольфрама—кобальт. М., «Металлургия», 1971.
9. Сб. Твердые сплавы и тугоплавкие материалы (ВНИИТС), № 11, М., «Металлургия», 1971.

Поступила в редакцию  
22.2 1972 г.

Кафедра  
магнетизма

УДК 621.372.4

Д. Г. АФОНИН, Ю. В. ГОРОХОВ, В. И. КИТОРОВ, Ю. А. ПИРОГОВ

### О СИСТЕМАХ С ВОЗБУЖДЕНИЕМ ГРЕБЕНОК КВАЗИПЛОСКИМИ ВОЛНАМИ

В связи с созданием нового класса приборов, использующих взаимодействие электронного пучка с электромагнитным полем вблизи периодических структур, возбуждающихся квазиплоскими электромагнитными волнами в высокочастотных открытых резонаторах [1, 2], исследовались электродинамические характеристики систем взаимодействия таких устройств [3, 4], выгодно отличающихся от классических ЛЮВ и ЛБВ систем.

В данной работе приводятся некоторые результаты экспериментального исследования, полученные в двухмиллиметровом диапазоне длин волн для низкочастотных систем, состоящих из облучающей антенны типа рупор и плоского зеркала, частично или полностью заполненной периодической гребенчатой структурой. Проводится сравнение с высокочастотными открытыми резонаторами, также исследовавшимися авторами, в которых вместо облучающего рупора использовались сферические зеркала. Как в том, так и в другом случае при падении квазиплоской электромагнитной волны перпендикулярно к плоскости периодической структуры вблизи ее образуются пространственные гармоники.

Необходимость изучения низкочастотных систем с периодическими структурами вызвана тем, что в ряде случаев желательно иметь более широкополосные и менее критичные к юстировке и настройке устройства. При этом, как показывают оценки, проведенные в соответствии с результатами работ [3, 5], амплитуды поля пространственных гармоник вблизи гребенки, возбуждающейся излучающим рупором, могут быть меньше лишь на порядок, а все преимущества такого способа возбуждения [6] сохраняются.

Установка и методики измерений характеристик высокочастотных резонаторов с гребенчатой структурой на плоском зеркале подобны описанным ранее [7].

В связи с тем что спектры систем с рупорами оказались, как и спектры высокочастотных резонаторов, эквидистантными, для их описания использовался параметр

$$\alpha = \frac{2L}{\lambda} - q, \quad (1)$$

где  $L$  — расстояние между плоскостью раскрыва рупора и плоским зеркалом (в случае открытого резонатора  $L$  — расстояние между центрами зеркал);  $\lambda$  — длина волны;  $q$  — продольный индекс колебания.

Распределение поля колебаний изучалось как по описанной ранее методике [7], так и с применением установки для наблюдения видимого изображения распределения поля, изготовленной по чертежам, любезно предоставленным авторами работы [8].

Для рупорных систем использовались излучающие рупорные антенны двух типов: с углом раскрыва в  $E$ -плоскости  $35^\circ$ , в  $H$ -плоскости  $40^\circ$ , длиной 13 мм, с апертурой раскрыва  $9 \times 11$  мм и с углом раскрыва в  $E$ -плоскости  $25^\circ$ , в  $H$ -плоскости  $30^\circ$ ,

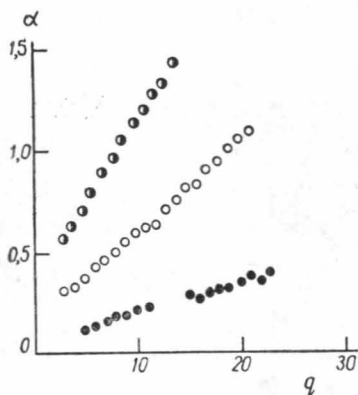


Рис. 1. Спектр открытого резонатора, плоское зеркало которого полностью заполнено гребенчатой структурой

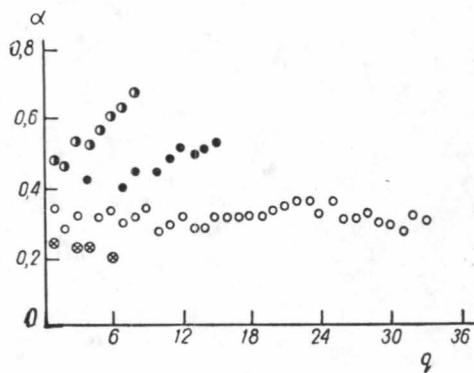


Рис. 2. Спектр системы, состоящей из рупора больших размеров и плоского зеркала, полностью заполненного гребенчатой структурой

длиной 49 мм, с апертурой раскрыва  $22 \times 28$  мм. Плоские зеркала круглой апертуры диаметром 23 мм полностью или частично в полосе 4—6 мм вдоль диаметра заполнялись периодической гребенчатой структурой с периодом 0,2 мм шириной канавки 0,1 мм и глубиной канавки 0,5 мм. В высокодобротных резонаторах вместо рупора использовались сферические зеркала круглой апертуры диаметром 30 мм с радиусами кривизны 20, 30 и 40 мм. Связь систем с волноводами осуществлялась, как и ранее [7], через круглые отверстия в центре зеркал и через отверстие в вершине рупора. Величина связи рупора с волноводом изменялась с помощью диафрагм с круглыми отверстиями диаметром 0,8 и 0,7 мм.

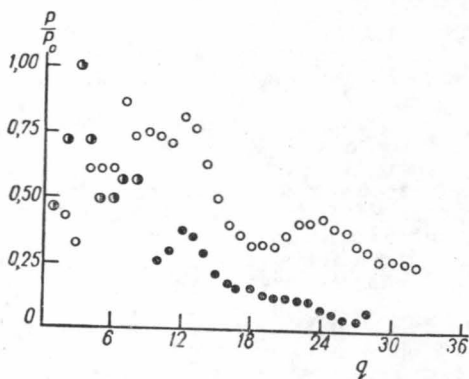


Рис. 3. Зависимость мощности, прошедшей через систему от расстояния (в единицах  $q$ ) между рупором больших размеров и плоским зеркалом, заполненным гребенкой в полосе 6 мм вдоль диаметра

жду рупором и гребенкой спектр сгущается и в нем присутствует 6—8 видов колебаний (на рисунке это не показано). Спектр системы с меньшими размерами раскрыва рупора оказывается еще более разреженным.

Для большинства колебаний в распределении поля систем с рупорами наблюдается один ярко выраженный максимум поля в центре зеркала размером 4—6 мм, вытянутый вдоль образующей гребенки, и несколько боковых максимумов. Количество этих максимумов и их расположение, как и в случае высокодобротного открытого резонатора с плоским зеркалом, частично заполненным гребенкой [4], меняется для

одного колебания при изменении расстояния между рупором и зеркалом и при переходе от одного колебания к другому. Различие в распределении поля для разных колебаний в системах с рупором выражено менее ярко, чем для высокодобротных открытых резонаторов, и объясняется это тем, что при малых значениях добротности резонансные кривые отдельных видов колебаний зачастую перекрываются, т. е. происходит одновременное возбуждение нескольких видов колебаний.

Добротность систем с рупорами при малых расстояниях до плоского зеркала с гребенкой достигала величины  $10^2$  и резко падала с увеличением расстояния до значений  $Q=10\div 30$ , имея при этом ряд относительных максимумов. Диафрагмирование отверстия связи в рупоре до диаметра 0,8 мм увеличивало добротность в 1,5—2 раза.

На рис. 3 показана зависимость прошедшей через систему мощности в относительных единицах от расстояния между рупором больших размеров с отверстием связи, задиафрагмированным до 0,8 мм, и плоским зеркалом, заполненным гребенкой по диаметру в полосе 6 мм. При некоторых расстояниях проходящая мощность каждого колебания имеет относительные максимумы. В случае, когда отверстие связи рупора с волноводом не задиафрагмировано, с увеличением расстояния между рупором и зеркалом прошедшая мощность, как правило, монотонно уменьшается.

Итак, системы, состоящие из рупора и плоского зеркала, полностью или частично заполненного гребенчатой структурой, являются резонансными и могут обладать достаточно хорошими селективными свойствами. С другой стороны, эти системы менее, чем открытые резонаторы с двумя зеркалами, критичны к юстировке и настройке; даже наличие в резонансном объеме несъюстированных стеклянных пластин и линз не приводит к срыву колебаний. За счет меньшей добротности системы рупор-гребенчатая структура может использоваться в качестве систем взаимодействия в широкополосных электронных устройствах. В случае необходимости размеры зеркала с гребенкой в таких системах в двухмиллиметровом диапазоне длин волны можно уменьшить до диаметра в 6—8 мм.

В заключение авторы выражают благодарность М. Н. Девяткову за полезное обсуждение работы, а также С. И. Рышкову за помощь в проведении эксперимента.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Русин Ф. С., Богомолов Г. Д. «Электроника больших мощностей», № 5, 45, 1968.
2. Балаклицкий И. М., Скрынник Б. К., Третьяков О. А., Шестопапов. «Украинский физический журнал», 14, № 4, 539, 1969.
3. Русин Ф. С., Богомолов Г. Д. «Электроника больших мощностей», № 5, 38, 1968.
4. Балаклицкий И. М., Петрушин А. А., Третьяков О. А., Шестопапов В. П. «Украинский физический журнал», 15, № 4, 1970.
5. Афонин Д. Г., Ктиторов В. И. «Вестн. Моск. ун-та», физ., астрон., 12, № 6, 448, 1972.
6. Богомолов Г. Д., Бородкин А. И., Куш В. С. и др. «Электронная техника», № 1, 97, 1970.
7. Афонин Д. Г. «Вестн. Моск. ун-та», физ., астрон., № 5, 127, 1969.
8. Петрушин А. А., Балаклицкий И. М., Шестопапов В. П. «Приборы и техника эксперимента», № 2, 147, 1970.

Поступила в редакцию  
20.3 1972 г.

Кафедра  
радиотехники

УДК 539.12.01

В. Р. ХАЛИЛОВ

## УПРУГОЕ РАССЕЯНИЕ СЛАБОВОЗБУЖДЕННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ

Упругое рассеяние электронов в пучках является одним из основных источников потери частиц в накопительных кольцах. Этот эффект, известный в литературе как эффект Тушека рассматривался ранее рядом авторов [1, 2, 3]. Нам представляется интересным вернуться к обсуждению этого эффекта в связи с проведением экспериментов по проверке самополяризации электронного пучка в накопителе за счет син-