

МИНИСТЕРСТВО ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА

Серия 1

Электроника СВЧ

Выпуск 10

И. М. Балаклицкий, Г. С. Воробьев, Г. И. Вягин, Е. Е. Мороз,
В. Г. Чумак, А. И. Цвук

ОТРАЖАТЕЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР ДИФРАКЦИОННОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ

1977

полей на голографической пленке не вносит искажений в исследуемое СВЧ-поле.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гинзбург В. М., Степанов Б. М. Голография. Методы и аппаратура. М., «Советское радио», 1974.

2. Девятков М. Н. О способе визуализации распределения интенсивности СВЧ-полей с помощью фотоматериалов. Вестник МГУ, серия «Физика—астрономия», 1968, № 5, с. 115.

3. Мещанкин В. М., Михненко В. И. Повышение чувствительности способа визуализации СВЧ-поля с помощью фотоматериалов, «Радиотехника и электроника», 1970, т. 15, № 2.

4. Девятков М. Н., Кулешов О. А. О чувствительности радиотермографического метода в миллиметровом диапазоне волн. Вестник МГУ, серия «Физика—астрономия», 1970, № 5, с. 576.

Поступило в редакцию 28 октября 1976 г., после переработки — 28 апреля 1977 г.

УДК 538.574.3

И. М. Балаклицкий, Г. С. Воробьев, Г. И. Вягин, Е. Е. Мороз, В. Г. Чумак, А. И. Цвык

ОТРАЖАТЕЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР ДИФРАКЦИОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Возможность возбуждения электромагнитных колебаний в отражательном генераторе дифракционного излучения (ОГДИ) впервые рассмотрена в [1]. Показано, что в отличие от пролетного генератора дифракционного излучения (ГДИ) такие приборы могут работать при меньших токах электронного пучка и обладают безмощностной перестройкой частоты генерации аналогично отражательным клистроном.

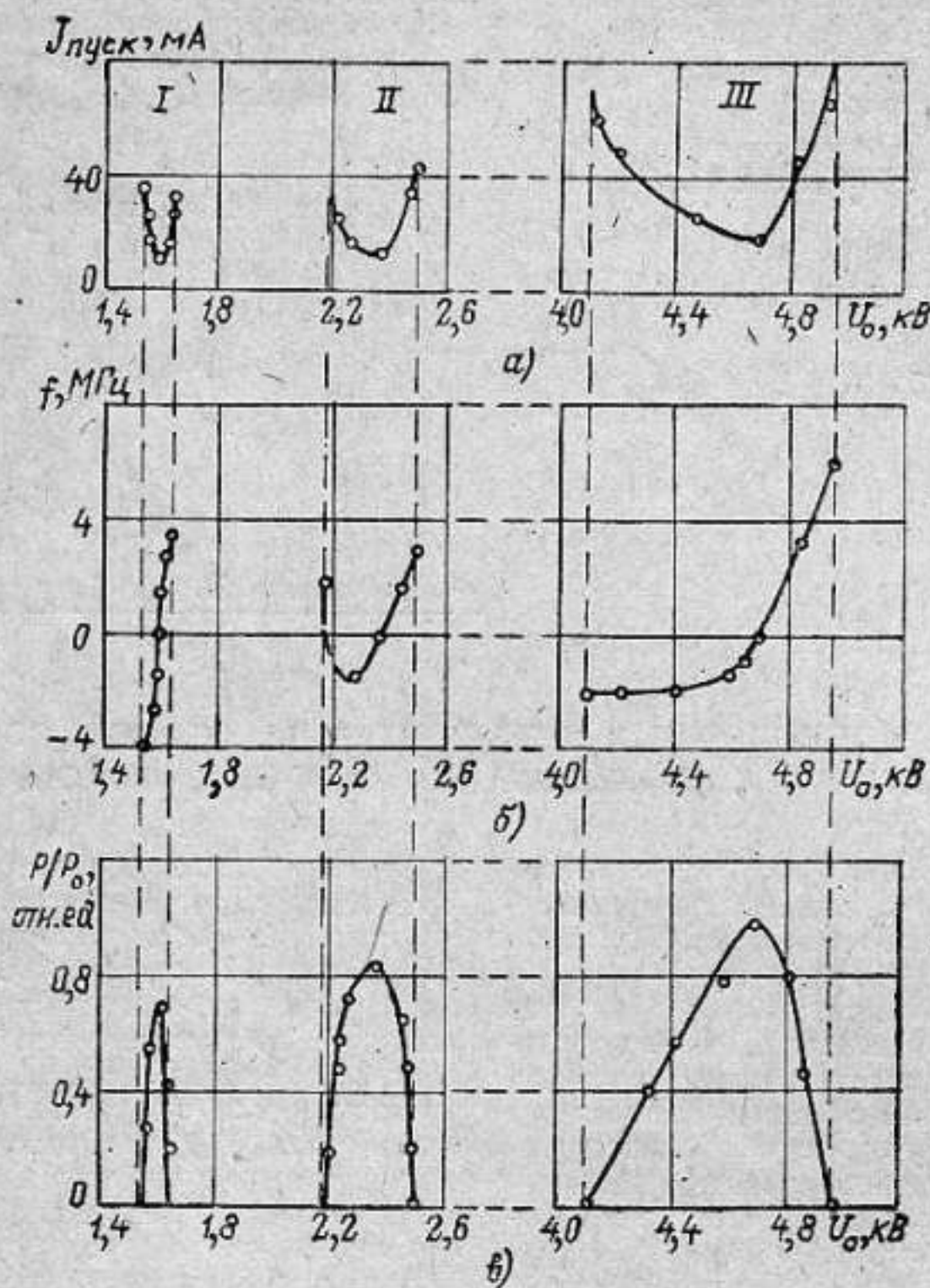
В настоящем сообщении приведены результаты экспериментального исследования ОГДИ миллиметрового диапазона ($\lambda = 3,8 \div 5,7$ мм). Резонансная система генератора образована сферическим зеркалом (апертура 60 мм, радиус кривизны 110 мм) с волноводным выводом энергии и цилиндрическим зеркалом (радиус кривизны 130 мм), в центре которого вдоль его образующей расположена дифракционная решетка типа «гребенка» шириной 10, длиной 40 и периодом 0,4 мм. Над дифракционной решеткой проходит сфокусированный в продольном магнитном поле ленточный электронный поток сечением $0,2 \times 5$ мм.

Относительно невысокие рабочие токи исследуемого генератора (20—30 мА) и тепловая мощность (30—50 Вт), обусловленная нагревом прибора при оседании пучка на дифракционную решетку, позволили при эксперименте использовать воздушное охлаждение. В пролетных ГДИ, где рабочие токи в три-четыре раза выше и тепловая мощность составляет 200—400 Вт,

применяется водяное охлаждение резонансной системы и коллектора.

В ОГДИ установлен коллектор-отражатель из вольфрама, что позволило при воздушном охлаждении прибора исследовать пусковые токи пролетного ГДИ (напряжение на отражателе U_0 равно нулю). В частности, для данного прибора пусковые токи в режиме пролетного ГДИ составляли 45—50 мА, т.е. в полтора-два раза выше, чем рабочие токи отражательного ГДИ. При изменении катодного напряжения U_k от $-1,5$ до $-3,5$ кВ прибор работал в диапазоне длин волн 3,8—5,7 мм. При этом для фиксированного значения U_k с увеличением напряжения на отражателе ($U_0/U_k > 1$) существуют зоны генерации, плавно перестраиваемые по частоте с изменением U_0 . Ширина зон по напряжению δU_0 и диапазон перестройки их по частоте существенно зависят от величины рабочего тока, частоты возбуждаемых колебаний и связи генератора с нагрузкой.

На рисунке приведены зависимости пускового тока, безмощностной перестройки частоты и мощности генерации исследуемого ОГДИ при изменении напряжения на отражателе для $U_k = -1,55$ кВ. Из рис. а видно, что графики пусковых токов возбуждаемых зон имеют вид парабол с минимумом значений тока в области максимальной мощности генерации. Наименьшее значение пускового тока (9—10 мА) имеет



Зависимости пускового тока, перестройки частоты и выходной мощности от изменения напряжения на отражателе.

I зона генерации, которая возбуждается при $U_0 = -1,6$ кВ. С увеличением номера зоны пусковой ток возрастает: для II зоны $I_{\text{пуск}} \approx 12$ мА ($U_0 = -2,35$ кВ); для III $I_{\text{пуск}} \approx 18$ мА ($U_0 = -4,7$ кВ). Следует отметить существенное расширение зон генерации в пределах изменения U_0 с увеличением номера возбуждаемой зоны (рис. в). В частности, более «узкой» является I зона ($\delta U_0 \approx 80$ В), а более «широкой» — III ($\delta U_0 \approx 800$ В).

Представляют интерес графики зависимости частоты генерации от изменения напряжения на отражателе при $f_0 = 56,844$ ГГц (рис. б).

В области максимального уровня мощности генерации характер крутизны перестройки линейный. Максимальную величину крутизны электронной перестройки по отражателю имеет I зона генерации, в ко-

торой на уровне 3 дБ крутизна составляет $\mu = \frac{\delta f}{\delta U_0} \approx 0,15 \frac{\text{МГц}}{\text{В}}$. С возрастанием номера зоны генерации величина μ убывает. Характер этих зависимостей существенно меняется в области изменения величины U_0 , где мощность генерации в зоне падает более чем в два раза. В частности, для некоторых зон наблюдаются явления типа гистерезиса, или постоянства частоты при уменьшении мощности генерации с изменением напряжения на отражателе (рис. б, II и III зоны).

В заключение отметим, что мощность возбуждаемых колебаний в генераторе порядка 10 мВт, а кратковременная нестабильность не хуже 10^{-6} .

Таким образом, предварительные экспериментальные исследования указывают на практическую возможность создания мало-

точных приборов типа ГДИ с безмощностной перестройкой частоты генерации, что расширяет области их применения в радиотехнических устройствах.

лов В. П. Генератор дифракционного излучения миллиметрового диапазона с отражателем электронного потока. ДАН УССР, 1976, № 9, с. 822.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балаклицкий И. М., Воробьев Г. С., Цвык А. И., Шестопа-

Поступило в редакцию 3 февраля 1977 г.

УДК 621.372.832.83

В. А. Коробкин, Н. И. Пятак, В. И. Груцк

ФЕРРИТОВЫЙ ВОЛНОВОДНЫЙ МОДУЛЯТОР НА ОСНОВЕ ВОЛНОВОДНО-ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РЕЗОНАНСА ФЕРРИТОВОГО ОБРАЗЦА

Ферритовые СВЧ-модуляторы, как правило, создают либо с использованием явления ферромагнитного резонанса [1], либо на основе эффекта Фарадея [2].

Модуляторы, использующие явление ферромагнитного резонанса, имеют большие габариты подмагничивающей системы. Кроме того, рабочий уровень мощности у них ограничен сверху уровнями, выше которых появляются спин-волновые неустойчивости (десятки милливольт), что сужает область их применения.

Модуляторы на основе эффекта Фарадея в значительной мере избавлены от указанных недостатков, однако обладают большими габаритами волноводной части.

Использование волноводно-диэлектрического резонанса подмагниченного ферритового образца позволяет создавать ферритовые волноводные модуляторы, имеющие малые габариты и работающие при повышенных уровнях мощности с малыми управляющими магнитными полями, что позволяет использовать их во всем СВЧ-диапазоне, включая миллиметровый.

Для возникновения этого вида резонанса необходимо, чтобы размеры ферритового вкладыша были резонансными и используемый высший тип волны был распространяющимся на участке волновода с ферритом и запертым в пустом волноводе. Низшим типом резонанса ферритового вкладыша, находящегося в волноводе стандартных размеров, т. е. допускающего распространение только основного типа волны, является резонанс типа $H_{20\delta}$ (δ указывает, какая часть полуволны укладывается вдоль длины вкладыша).

Конструктивно ферритовый модулятор на волноводно-диэлектрическом резонансе представляет собой отрезок прямоугольного волновода шириной a с симметрично расположенным и полностью заполняющим волновод по высоте ферритовым вкладышем резонансных размеров для нераспространяющегося в пустой части волновода волны типа H_{20} и магнитной системы, намагничивающей вкладыш со стороны широких стенок волновода. Для уменьшения отражения по основному типу ферритовый вкладыш выполняется полуволновым для волны H_{10} .

В соответствии с указанными требованиями размеры ферритового вкладыша в виде прямоугольного параллелепипеда для частоты СВЧ-колебаний f_0 в первом приближении определяются из следующей системы уравнений:

$$\begin{cases} \Gamma_1(h)l = \pi, & (1) \\ \operatorname{tg}[\Gamma_2(h)l/2] = \frac{\gamma_2}{\Gamma_2(h)}, & (2) \end{cases}$$

где $\Gamma_s(h)$ — постоянная распространения на участке волновода с ферритом H_{s0} типа волны;

γ_n — постоянная распространения в пустом волноводе волн H_{n0} ;

h — толщина ферритового вкладыша;

l — длина ферритового вкладыша.

Уравнение (2) определяет резонансное условие для колебания $H_{20\delta}$ в одноволновом приближении.