

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗЫНЕРЦИОННОЙ ПОДСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ МАГНЕТРОНОВ

Б. Ф. Носко

Харьков

Один из способов безынерционной перестройки частоты СВЧ генераторов основан на явлении затягивания частоты их колебаний высокочастотной нагрузкой, выполненной в виде внешнего объемного резонатора.

Большое распространение получил метод перестройки частоты СВЧ генераторов с помощью внешнего резонатора, изменение резонансной частоты которого достигалось введением электронного потока переменной плотности в область максимального высокочастотного поля рабочего вида данного резонатора [1]. Существенным недостатком данного способа является ограничение диапазона перестройки частоты генератора, вызванное ко-

нечной величиной плотности пространственного заряда, зависящей от многих электрических, конструктивных и технологических параметров резонатора.

В данной работе приводятся результаты экспериментальных исследований безынерционной перестройки частоты стандартного магнетрона М-857, ре-

активный выход которого нагружался прямоугольным резонатором, возбужденным на колебаниях типа H_{10m} . Резонансная частота внешнего прямоугольного резонатора изменяется за счет вариации реактивной составляющей контура с помощью полупроводникового диода переменной емкости.

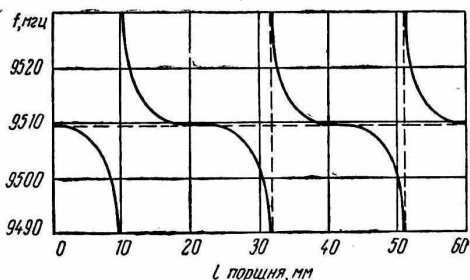


Рис. 1. Кривые механической настройки частоты магнетрона.

Полупроводниковый диод типа 2А602А помещался перпендикулярно к широким стенкам прямоугольного резонатора. При колебаниях H_{101} напряженность электрического поля максимальна в центре резонатора, поэтому имеется возможность помещать полупроводниковый диод в точки с различной величиной электрического поля путем механического передвижения диода вдоль продольной оси резонатора (либо с помощью короткозамыкающего поршня).

Изменение емкости диода а значит и эквивалентной реактивности контура, приводит к изменению запасенной энергии электрического высокочастотного поля прямоугольного резонатора. Таким образом, подачей постоянного смещения на диод осуществляется изменение резонансной частоты прямоугольного резонатора. При отрицательном смещении на определенной частоте в диоде можно добиться параллельного резонанса [2]. В этом случае сопротивление диода будет большим, и мощность, поступающая в реактивный выход магнетрона, уменьшится. Емкость диода при подаче отрицательного смещения уменьшится, следовательно, частота магнетрона при этом увеличивается [3].

Прямоугольный резонатор был изготовлен из отрезка стандартного волновода размером 23×10 мм. Связь резонатора с магнетроном осуществлялась с помощью диафрагмы резонансного типа. На рис. 1 показаны кривые механической перестройки частоты магнетрона для случая связи с диафрагмой размерами $0,8 \times 13$ мм. Точкам «перескока» по частоте соответствует параллельный резонанс контура.

Максимальная перестройка частоты магнетрона получается при условии, когда короткозамыкающий поршень находится в

плоскости, отстоящей примерно на $\lambda_B/4$ от плоскости параллельного резонанса, а полупроводниковый диод переменной емкости находится в плоскости параллельного резонанса.

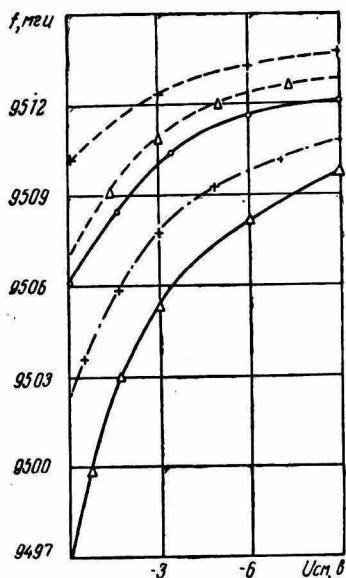


Рис. 2. Кривые перестройки частоты магнетрона с помощью полупроводникового диода:

- + — $P = 6,2 \text{ вт}$
- - Δ - - $P = 4,4 \text{ вт}$
- · - + - $P = 3,0 \text{ вт}$
- ○ — диафрагма № 4
- Δ — $P = 3,0 \text{ вт}$
- Δ — $P = 3,0 \text{ вт}$
- Δ — диафрагма № 2.

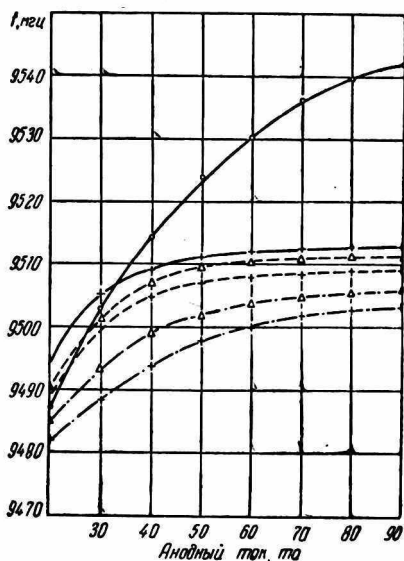


Рис. 3. Характеристики электронного смещения магнетрона:

- · - Δ - - $U_{см} = -3 \text{ в}$
- · - + - - $U_{см} = 0 \text{ в}$
- Δ — диафрагма № 4
- Δ — $U_{см} = -6 \text{ в}$
- Δ — $U_{см} = 0 \text{ в}$
- ○ — магнетрон нагружен на согласованную нагрузку
- + — магнетрон нагружен на резонатор без диода

Величина перестройки частоты магнетрона зависит от степени связи магнетрона с резонатором. На рис. 2 показаны кривые перестройки частоты магнетрона М-857 с помощью полупроводникового диода типа 2А602А для трех наиболее характерных случаев связи. При этом диафрагмы имели следующие размеры:

- диафрагма № 2 — $0,8 \times 13 \text{ мм}$
- диафрагма № 4 — $0,5 \times 12 \text{ мм}$
- диафрагма № 7 — $0,4 \times 11,5 \text{ мм}$.

Зависимость диапазона перестройки частоты магнетрона от мощности генерации показана на рис. 2, из которого видно, что, уменьшая мощность генерации магнетрона, можно существенно увеличить полосу перестройки.

График отображает перестройку при подаче отрицательного смещения на полупроводниковый диод — 10 в.

Таким образом, увеличение перестройки возможно за счет увеличения постоянного отрицательного смещения, подаваемого на диод, а также за счет увеличения связи между магнетроном и резонатором.

Оценка стабилизирующих свойств прямоугольного резонатора была произведена по характеристикам электронного смещения частоты магнетрона при постоянной реактивной составляющей стабилизирующего резонатора, приведенных на рис. 3.

Полагаем в общем случае коэффициент стабилизации S равным

$$S = \frac{\Delta f_1}{\Delta f_2},$$

где Δf_1 — изменение частоты магнетрона при отсутствии стабилизирующего контура под воздействием дестабилизирующих факторов;

Δf_2 — изменение частоты магнетрона со стабилизирующим контуром под воздействием дестабилизирующих факторов.

Коэффициент стабилизации при изменении анодного тока на 10 ма в отдельных случаях превышает величину 10. Как видно из рис. 3, в большей части характеристики линейны, и только при малых значениях анодного тока крутизна кривых увеличивается.

Кривые, приведенные на рис. 3, дают основание предполагать о достаточно больших значениях нагруженной добротности системы магнетрон—резонатор, при которых осуществляется безынерционная перестройка и стабилизация частоты магнетрона в пределах, удовлетворяющих современным требованиям.

Можно отметить достоинства данного метода безынерционной перестройки частоты генераторов СВЧ:

1. Высокий к. п. д. перестраиваемой системы. Максимальные затраты системы перестройки не превышают 30 мвт при минимальной мощности генерации 3 вт.

2. Простота в изготовлении перестраиваемого элемента, вызванная отсутствием вакуумных, эмиссионноспособных и других технологически трудно изготавливаемых деталей и узлов.

3. Небольшие габариты перестраиваемого резонатора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Магнетроны сантиметрового диапазона. Перевод с английского под редакцией С. А. Зусмановского. Изд-во «Советское радио», 1950.
 2. А. И. Горбачев, С. В. Кукарин. Полупроводниковые СВЧ диоды. Изд-во «Советское радио». 1968.
 3. У. Люиселл. Связанные и параметрические колебания в электронике. Перевод с английского под редакцией А. Н. Выставкина. Изд-во иностр. лит-ры, 1963.
-