

ВЛИЯНИЕ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ НА ЧАСТОТНЫЕ ИСКАЖЕНИЯ В МАГНЕТРОНАХ

Чурюмов Г. И., Иванцов В. П., Старчевский Ю. Л., Экезли А. И., Сивоконь К. В.
Харьковский национальный университет радиозлектроники
пр. Ленина, 14, г. Харьков, 61166, Украина
тел.702-10-57, e-mail: g.churyumov@ieee.org

Аннотация — В данном докладе представлены результаты экспериментальных исследований выходного спектра непрерывных низковольтных магнетронов К и Ки диапазонов. Исследован характер зависимости изменения частоты выходного сигнала магнетрона от параметров источника питания. Показаны пути уменьшения нестабильности частоты выходного сигнала магнетрона (менее чем 10^{-5}).

I. Введение

Среди параметров, влияющих на работу СВЧ приборов, важное место занимает нестабильность источника питающих напряжений [1].

В данной работе представлены результаты экспериментальных исследований выходного спектра непрерывных низковольтных магнетронов и проанализирован характер изменения частоты выходного сигнала магнетрона от параметров источника питания.

II. Феноменологическая модель нестабильности частоты

Для изучения факторов, влияющих на частотные характеристики магнетронов, используются низковольтные непрерывные магнетроны К (М-857) и Ки (М-877) диапазонов с подогревными оксидными катодами косвенного накала.

На рис. 1 схематично представлена рабочая область вольтамперной характеристики магнетрона. В рабочем режиме магнетрона М-857 (при $U_a^{раб} = 590$ В) анодный ток составлял $I_a = 0,115$ А.

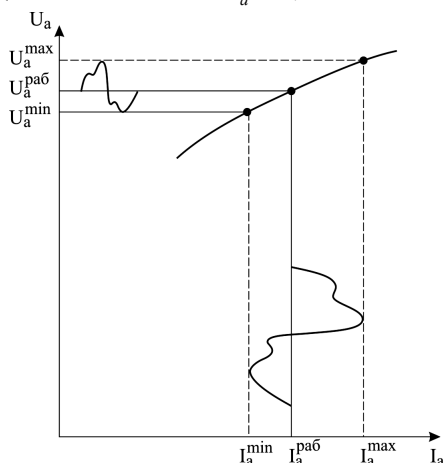


Рис. 1. Вольтамперная характеристика магнетрона.

Fig. 1. Current-versus-voltage characteristic of magnetron

Как видно из рис. 1, флуктуации анодного напряжения, вызванные нестабильностью источника анодного напряжения, приводят к соответствующим колебаниям анодного тока магнетрона, что, в свою очередь, вызывает электронное смещение частоты, величина которого с ростом флуктуаций U_a увели-

чивается и носит колебательный характер. В результате выходной сигнал магнетрона представляет собой сложный сигнал, модулированный по амплитуде и частоте.

III. Схема экспериментальной установки и методика измерения

Блок-схема экспериментальной установки для измерения флуктуаций частоты магнетронов приведена на рис. 2.

В качестве источников питания магнетронов используются высоковольтный блок питания (БП) с регулируемым стабилизированным напряжением постоянного тока (20...600) В с нестабильностью не более $\pm 0,1\%$ и блок питания накала с нестабилизированным напряжением накала переменного тока 6,3 В.

Для измерения временной зависимости флуктуаций частоты в магнетроне используется метод прямого детектирования [8]. В качестве частотного детектора используется дискриминатор частоты резонансного типа, который настраивается так, чтобы его частотная характеристика соответствовала ширине спектра исследуемого сигнала Δf (рис. 1). В результате флуктуации частоты, генерируемой магнетроном, преобразовывались во флуктуации ам-

плитуды $\tilde{U}_m(t)$, которые фиксируются на осциллографе. При этом настройка резонатора осуществлялась таким образом, что линейная часть резонансной кривой соответствовала ширине спектра исследуемого сигнала.

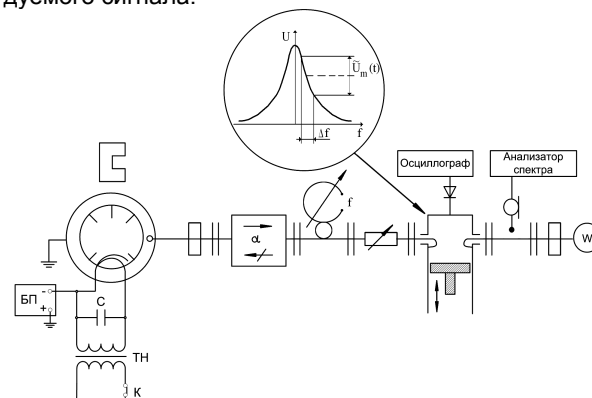


Рис. 2. Блок-схема измерительной установки.

Fig. 2. Scheme of measuring apparatus

Для измерения девиаций частоты используется стандартный анализатор спектра, который позволяет оценить максимальную величину ухода частоты (девиацию) в разных режимах работы магнетрона.

Необходимо отметить, что для повышения стабильности анодного напряжения и уменьшения флуктуаций частоты подключение цепи накала магнетрона следует проводить по схеме, показанной на

рис. 1. В этом случае на анод магнетрона от блока питания (БП) подается стабилизированное анодное напряжение U_a . При обратном подключении цепи накала с учетом конечного сопротивления нити накала $R_n = 5$ Ом результирующее значение анодного напряжения становится равным $U_a^p = U_a + \Delta U$, где $\Delta U_n = U_m \cdot \sin(\omega_n t)$ - переменное напряжение в цепи накала ($U_m = 6,3$ В); $\omega_n = 2\pi f_n$ - круговая частота цепи питания ($f_n = 50$ Гц). Данное увеличение флюктуаций результирующего анодного напряжения ухудшает частотные характеристики магнетронов и повышает девиацию частоты, которая увеличивается более чем на порядок.

IV. Результаты измерений

Для измерения динамики изменения частоты магнетрона воспользуемся измерительной установкой, схема которой представлена на рис. 2.

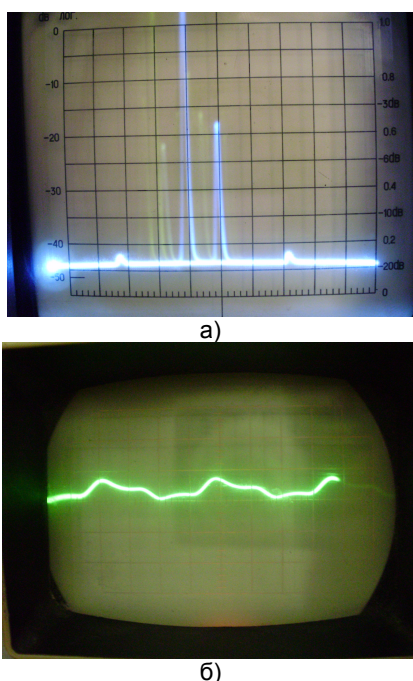


Рис. 3. Выходной спектр непрерывного магнетрона (расстояние между метками 1 МГц) (а) и зависимость изменения частоты магнетрона от времени (б)

Fig. 3. Output spectrum of stationary magnetron (distance between marks 1 MHz) (a) and frequency variation of magnetron versus time (b)

На рис. 3 представлены выходной спектр магнетрона М-857 и временная зависимость изменения его частоты. Как видно из представленных зависимостей, величина девиации частоты для выбранного случая составляет 400 кГц, что определяется максимальным значением амплитудой зависимости, представленной на рис. 3,б. Указанное значение девиации частоты получено при нестабильности анодного напряжения источника питания не более $\pm 0,1\%$ и соответствует стабильности частоты выходного сигнала порядка 10^{-5} . Увеличение нестабильности ис-

точника питания до $\pm 1\%$ приводит к росту девиации частоты более, чем на порядок. С другой стороны, анализ зависимости, приведенной на рис. 3,б, показывает, что колебания рабочей частоты выходного сигнала происходят с частотой 50 Гц. Это указывает на важность и необходимость дополнительной фильтрации, в частности, напряжения накала в цепи питания подогревного катода магнетрона.

III. Заключение

Проведенные экспериментальные исследования показали возможность уменьшения нестабильности частоты выходного сигнала магнетрона (менее чем 10^{-5}) путем применения стабилизированного источника питания с нестабильностью не превышающей $\pm 0,1\%$ с дополнительной фильтрацией питающих напряжений.

IV. Список литературы

- [1] Обрезан О. И. Оценка влияния параметров пульсаций источников питания на спектральные характеристики выходных СВЧ приборов. Электронная техника. Сер. 1. Электроника СВЧ, вып. 2(396), 1987, с. 30 — 39.

INFLUENCE OF POWER SUPPLY ON FREQUENCY DISTORTIONS IN MAGNETRON

Churyumov G. I., Ivantsov V. P., Starchevskiy Yu. L., Ekeqli A. I., Sivokon' K. V.
 Kharkov National University of Radio Electronics
 Lenin ave. 14, 61166, Kharkov, Ukraine
 Ph.: 702-10-57, e-mail: g.churyumov@iee.org

Abstract — This report presents the results of an experimental investigation of output spectra of stationary low-voltage magnetrons K and Ku bands. The behavior of a characteristic curve of frequency of an output signal of a magnetron versus parameters of source power is investigated. The ways of reduction of frequency dancing in the magnetron are shown (less than 10^{-5}).

I. Main Part

An experimental setup to measure the dynamic changes of the frequency of the magnetron which block scheme is presented on Fig. 2 is used.

Fig. 3 shows an output spectrum of a magnetron M-857 and time dependence of its frequency variation. As it might be observed from this dependence, the level of deviation of frequency for the selected case is 400 kHz, what is determined by the maximum value of amplitude of dependence exemplified on Fig. 3, b. This value of frequency deviation is obtained under the instability of anode voltage of a power supply not more than 0.1% and corresponds to the stability of the frequency of an output signal of order 10^{-5} . Increasing of instability of power supply up to 1%, leads to the growth of frequency deviation by one order of magnitude.

On the other hand, the analysis of dependence shown on Fig. 3, b proves that the fluctuations of operating frequency of the output signal occur with frequency of 50 Hz, what indicates the existence of modulation of spurious frequency of the power supply.

II. Conclusion

The experimental researches showed possibility of reduction of frequency instability of the output signal in the magnetron (less than 10^{-5}) by application of a constant-voltage of the power supply with instability less than or equal to $\pm 0,1\%$ and additional filtration of supply voltages.