

OPTIMIZATION OF EMISSION DOMAIN FIRST-EMISSION THERMIONIC CATHODE IN MILLIMETER-WAVE MAGNETRON

Volovenko M.V.

Kharkiv National University of Radioelectronics

14, Lenin Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine

Ph.: (+38 057) 7201331, e-mail: mykola@kture.kharkov.ua

Abstract — This paper describes the results of research of the electrostatic potential distribution in the gap between the first-emission cathode and the interaction space in the millimeter-wave magnetron. It is shown that electrons emitted from the ring of $1,05r_k - 0,95r_a$ radius only take part in the growth of secondary-emission electrons in the magnetron interaction space.

ОПТИМИЗАЦИЯ ОБЛАСТИ ЭМИССИИ БОКОВОГО ПЕРВИЧНОЭМИССИОННОГО ТЕРМОКАТОДА В МАГНЕТРОНАХ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ДЛИН ВОЛН

Воловенко М. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

пр. Леніна, 14, Харків, 61166, Україна

тел.: (+38 057) 7201331, e-mail: mykola@kture.kharkov.ua

Аннотация — Приведены результаты исследований распределения электростатического потенциала между пространством взаимодействия и боковым термоэмиссионным катодом в магнетроне миллиметрового диапазона. Показано, что только электроны, эмитируемые с кольца радиусом $1,05r_k - 0,95r_a$ участвуют в образовании вторично-эмиссионных электронов в пространстве взаимодействия магнетрона.

I. Введение

Магнетроны ММДВ в основном работают со ВЭК. Существуют разные способы для возникновения вторичной эмиссии. Одним из способов создания вторичной эмиссии является встел электронов с бокового термоэмиссионного катода. С целью повышения эффективности использования эмиттера первичных электронов в работах [1,2] была предложено использовать в качестве термоэмиссионного катода кольца радиусом $1,05r_k - 0,95r_a$. В связи с вышеизложенным, целью данной работы является рассмотрение траекторий первичных электронов под действием торцевого электростатического поля.

II. Основная часть

Поскольку область „классического” магнетрона рассматриваться не будет, то уравнения использованной [1] модели упрощаются. А именно: уравнение движения будет иметь вид

$$\frac{dv_z}{dt} = |\eta| \frac{\partial U_s}{\partial z}. \quad (1)$$

Распределение электростатического поля для рассматриваемой области можно получить как решение уравнения Лапласа для этой области. Уравнение Лапласа для этого случая будет иметь вид

$$\frac{\partial^2 U}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial r^2} = 0. \quad (2)$$

Это обусловлено тем, что магнитное поле практически не влияет на скорость электронов, поскольку направление электрического и магнитного поля в начале движения электронов совпадают.

Схематическое изображение системы с кольцевым первично-эмиссионным катодом приведено на рис. 1.

Из решения уравнения (2) получаем выражение для распределения электростатического потенциала

в промежутке между первично-эмиссионным катодом и пространством взаимодействия магнетрона (3).

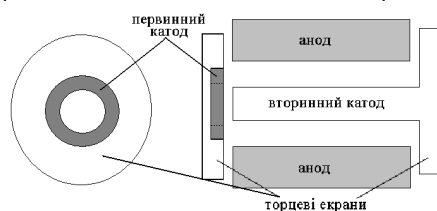


Рис. 1. Схематическое изображение магнетронной системы с вторично-эмиссионным катодом.

Fig. 1. Schematic representation of the magnetron system with secondary-emission cathode

$$u(r, z) = \frac{u_a \ln(r_a \frac{r}{r_k}) z}{\delta \ln\left(\frac{r_a}{r_k}\right)} \quad (3)$$

где δ — расстояние между первичноэмиссионным катодом и пространством взаимодействия магнетрона.

Форма распределения потенциала в вышеуказанном промежутке приведена на рис. 2

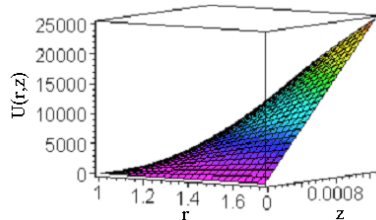


Рис. 2. Форма распределения потенциала в промежутке между первичноэмиссионным катодом и пространством взаимодействия.

Fig. 2. Potential distribution surface in the gap between the first-emission cathode and the interaction space

Эквипотенциалы этого поля приведены на рис. 3.

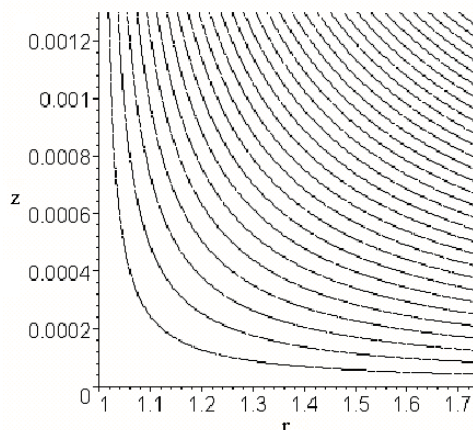


Рис. 3. Распределение эквипотенциалов в промежутке между первичноэмиссионным катодом и пространством взаимодействия.

Fig. 3. Equipotential distribution in the gap between the first-emission cathode and the interaction space

Учитывая распределение потенциала (3) уравнение движения (1) примет вид

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = |\eta| \frac{\partial U_a \ln \frac{r}{r_k}}{\delta \ln(sa) \partial z} \quad (4)$$

Используя это уравнение, исследуем, из какой области первично-эмиссионного катода частицы попадут в пространство взаимодействия.

В работе [1] приведены зависимости распределения плотности частиц, которые попадают на вторично-эмиссионный катод, анод и торцевые экраны при вылете с первично-эмиссионного катода.

Траектории частиц, которые являются решением уравнения (4) приведены на рисунках 4—6.

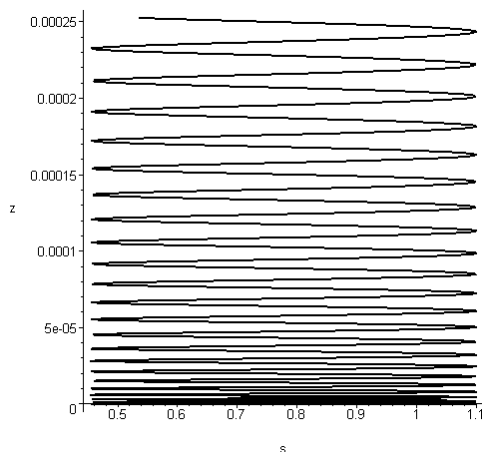


Рис. 4. Траектория движения частиц в плоскости r, z.

Fig. 4. The particles trajectory in r-z plane

Результаты вычислений показали, что при радиусе вылета первично-эмиссионных электронов от 0 до r_k первично-эмиссионные электроны попадают в торец вторично-эмиссионного катода и не участвуют в

процессе вторичной эмиссии. При увеличении радиуса первично-эмиссионного катода от r_k до $0,95r_A$ электроны попадают в пространство взаимодействия, создавая условия для возникновения вторичной эмиссии. Первично-эмиссионные электроны с радиусом вылета от $0,95r_A$ до r_A и больше r_A попадают на анод. И как электроны с радиусом вылета от 0 до r_k не участвуют в процессе образования вторичной эмиссии.

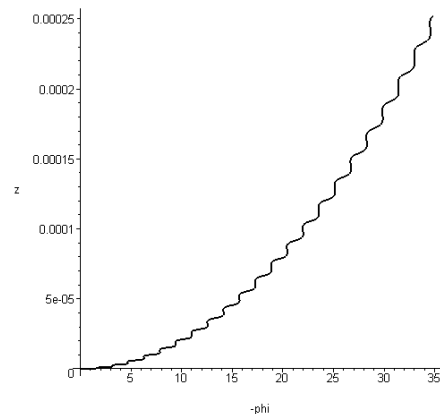


Рис. 5. Траектория движения частиц в плоскости z, φ.

Fig. 5. The particles trajectory in z-φ plane

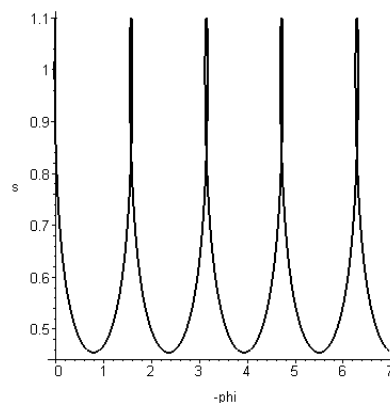


Рис. 6. Траектория движения частиц в плоскости r, φ.

Fig. 6. The particles trajectory in r-φ plane

III. Заключение

1. Следствием перехода от сплошного термоэмиссионного покрытия к кольцу является изменение аксиального распределения мощности бомбардировки вторично-эмиссионного катода.

2. Таким образом, можно считать, что предложенное исследование поможет улучшить расчет и проектирование магнетронов с боковым термоэмиссионным катодом.

IV. References

- [1] Volovenko M.V., Nikitenko O.M. First cathode simulation in crossed-field devices. 1x1nd Int. Crimean Conf. "Microwave & Telecommunication Technology" (CriMiCo'2001). Sevastopol, 2001, pp. 244-245.
- [2] Avtomonov N.I., Sosnytskiy S.V., Vavriv D.M. Investigation and Optimization of Auxiliary Cathode for Secondary Emission Cold-Cathode Magnetrons. Radio physics and radioastronomy, 2007, vol. 12, No 3, pp. 320-328.