

УДК 517.9

Моделювання руху заряджених частинок у приладах зі схрещеними полями циліндричної конструкції

Воловенко М. В.¹, м.н.с.

Колендовська М. М.², к.т.н., ст. викладач. каф. РЕС

Нікітенко О. М.², к.т.н., доц. каф. МТЕ

¹Національний Науковий Центр "Харківський фізико-технічний інститут"
(вул. Академічна, 1, м. Харків, 61108, Україна)

²Харківський національний університет радіоелектроніки
(просп. Науки, 14, м. Харків, 61166, Україна)

У попередній роботі [1] розглядалася система з гребінчастою структурою як найпростіша. Але, майже всі рельні конструкції приладів зі схрещеними полями мають циліндричну конфігурацію.

Тому метою цієї роботи є моделювання руху заряджених частинок у приладах зі схрещеними полями циліндричної конструкції та порівняння отриманих результатів з [1].

Тут як і в [1] розглянемо дві конфігурації: магнетронний діод (анод гладкий) і магнетрон (анод має складну конфігурацію) (рис. 1).

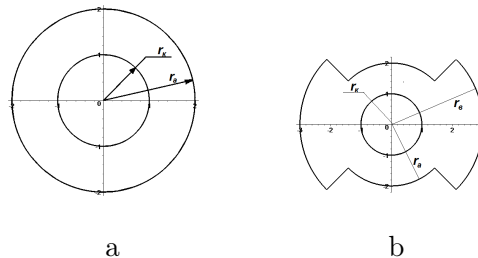


Рис. 1. Простір взаємодії циліндричної конструкції

а – гладкі електроди; б – складний анод

Рівняння руху зарядженої частинки у схрещених полях описується в полярній системі координатах (s, φ) є задачею Коші й визначається такою системою рівнянь

$$\frac{d^2 s}{dt^2} - s \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 = \eta \left(E_s + B s \frac{d\varphi}{dt} \right) \quad s \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + 2 \frac{ds}{dt} \frac{d\varphi}{dt} = \eta \left(E_\varphi - B \frac{ds}{dt} \right), \quad (1)$$

де s – безрозмірний радіус $\frac{r_a}{r_k}$;

η – питомий заряд електрону;

B – напруженість поперечного магнітного поля;

E_s — напруженість електростатичного поля вздовж радіальної координати;
 E_φ — напруженість електростатичного поля по азимутальній координаті.
 При цьому початкові умови набувають таких значень:

$$s(0) = 1; \left. \frac{ds}{dt} \right|_{t=0} = 0; \varphi(0) = 0; \left. \frac{d\varphi}{dt} \right|_{t=0} = 0. \quad (2)$$

Напруженості електростатичного поля для магнетронного діода визначаються як $E_s = \frac{A}{s}$ і $E_\varphi = 0$. Складові електростатичного поля для магнетрона визначаються з [2].

Розв'язання системи рівнянь (1) за початкових умов (2) неможливо здійснити аналітичними методами. Використання чисельних методів призводить до результатів, які тільки візуально є подібними до результатів [1] (рис. 2а) для системи з гладкими електродами. Якщо для прямокутної конструкції траєкторія є циклоїдою [1], то для циліндричної конструкції траєкторія утворюється котінням еліпсу по колу.

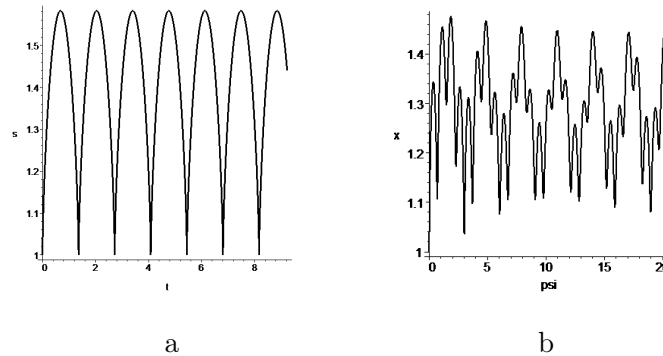


Рис. 2. Траєкторія руху

а — для конфігурації рис. 1а; б — для конфігурації рис. 1б

Для складної конфігурації електродів траєкторії різко відрізняються для циліндричної та гребінчастої конструкцій.

Таким чином, під час моделювання роботи приладів зі схрещеними полями необхідно ретельно узгоджувати моделі та конструкції приладів.

- [1] Воловенко М. В., Кузнichenko В. В., Нікітенко О. М. Моделювання руху заряджених частинок у схрещених полях з гребінчастою уповільнюючою системою. // Дванадцята відкрита наукова конференція Інституту прикладної математики та фундаментальних наук (ІМФН) — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. — С. 61 — 63
- [2] Nikitenko O. M. Distribution of electrostatic potential in crossed-field system with complex electrodes' configuration // Journal of Microwaves and Optoelectronics, Vol. 2, No. 2, December 2000. — P. 1 — 9