

М. В. ДЕРЕЛОВСЬКИЙ, Н. Б. ПИРОГОВА

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО ПОЛЯ КОЛЕКТОРА ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОННОГО ЗОНДА

Від колектора, який є невід'ємною частиною потужних приладів надвисоких частот, значною мірою залежать їх енергетичні параметри. Підвищити коефіцієнт корисної дії приладів можна спеціальним колектором, для розробки якого потрібно знати вплив динатронного ефекту із стінок колектора на поле і процеси, які відбуваються в його робочому просторі.

У теоретичних працях, пов'язаних з розрахунком високоефективних колекторних систем, не береться до уваги динатронний ефект. Тому бажаною була б експериментальна перевірка впливу вторинної емісії на колекторну оптику, зокрема на формування електричного поля об'ємного заряду електронів всередині колектора.

Техніка вимірювання пучків електронів та їх полів — відстала частина електронної оптики. Істотним недоліком усіх методів вимірювання поля є те, що внесення в нього стороннього тіла спотворює саме поле. Крім того, всі ці методи непридатні для дослідження потужних електронних систем з великою густиною енергії електронів, які заповнюють досліджуваний простір.

Найкращим інструментом для вимірювання полів у колекторі потужної лампи може бути електронний зонд. Метод зондуючого пучка не новий. Він базується на відхиленні зондуючого пучка полем (у нашому випадку електричним), напрям якого не однако-вий з напрямом руху електронів пучка. Зв'язок між полем і відхиленням пучка з деяким спрощенням [1] можна записати у вигляді

$$y''(z) + \left[ \frac{1}{2U} \cdot \frac{dU}{dz} \right] y'(z) - \left[ \frac{1}{2U} \cdot \frac{dU}{dy} \right] = 0,$$

де  $y, z$  — координати прямокутної системи, в якій проходить траєкторія зондуючого пучка;

$U(y, z)$  — потенціал у точці  $(y, z)$  відносно катода зондуючої гармати.

Треба зауважити, що це рівняння, якщо відома не вся траєкторія, а лише дані на границі колектора, як у нашому випадку.

придатне для аналізу найпростіших полів [2]. Проте електричне поле в колекторі являє собою просторову систему, часто без осьової симетрії. Відобразити аналітично траєкторію електронів зондуючого пучка в такому полі і розв'язати це рівняння в більшості випадків майже неможливо. Значно спростити операцію визначення електричного поля по кінцевих точках траєкторій електронів зондуючого пучка можна, якщо скористатися для розв'язання задачі аналоговою машиною — траєктографом або мембраною.

На рис. 1 показано один з поперечних перерізів експериментального колектора. Положення перерізу відносно поздовжньої осі

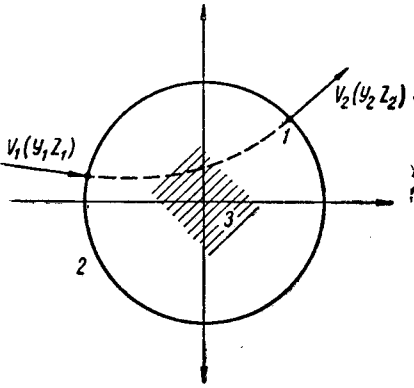


Рис. 1.

Зондуєчий пучок 1 вводитьься в робочий простір колектора 2 через вузькі щілини, прорізані в стінках колектора.  $y_1, z_1, V_{y_1}, V_{z_1}$  — відповідні значення вхідних координат і швидкості пучка. Траєкторія зондуєчого пучка проходить в полі об'ємного заряду електронів 3 і виходить із внутрішньої зони колектора з координатами  $y_2, z_2$  і складовими швидкості  $V_{y_2}, V_{z_2}$ .

Як показано в роботі [3], досить двох траєкторій для однозначного визначення поля між ними при наявності даних про поле в будь-якій точці однієї з траєкторій.

Таким чином, для визначення поля в усій робочій зоні колектора в перерізі  $x$  досить кілька разів прозондувати його, змінюючи кожного разу початкові умови і одержуючи в експерименті відповідні вихідні. Далі на траєктографі або на мембрані підбираємо поле на багатоелементній моделі так, щоб досягти відповідності вхідних і вихідних умов, одержаних експериментально і на траєктографі або мембрані. Електричне поле в цьому випадку (з урахуванням законів моделювання) є шуканим полем у колекторі.

Для полів з аксіальною симетрією певне значення може мати спосіб, в якому враховується час перебування електрона в полі, що зондується. Електрон або пакет електронів впускається в про-

стір колектора в радіальному напрямі із зондуючої гармати, катод якої має від'ємний відносно стінок колектора потенціал, менший, ніж провисання потенціалу в колекторі. Електрони заглиблюються в поле і відбиваються від точки простору з потенціалом катода зондуючої гармати. Час перебування електрона в потенціальному полі залежить від його заглиблення в нього.

Як і у випадку з відхиленням пучка, зробимо ряд вимірювань, зокрема часу, змінюючи потенціал катода гармати, і експериментально одержуємо значення потенціалу  $U_1, U_2, \dots, U_n$  та відповідні їм значення часу  $t_1, t_2, \dots, t_n$ . Координати  $r_1, r_2, \dots, r_n$  для точок з потенціалами  $U_1, U_2, \dots, U_n$  можна знайти аналітично або з використанням аналогового пристрою.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зинченко Н. С. Курс лекций по электронной оптике. Изд-во Харьковского университета, 1961.
2. Waгgen R.— Phys. Rev., 98, 6, 1650, 1955.
3. Гринберг Г. А. Избранные вопросы математической теории электрических и магнитных явлений. Изд-во АН СССР, 1948.

*М. В. ДЕРЕЛОВСКИЙ, Н. В. ПИРОВОГА*  
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ  
КОЛЛЕКТОРА С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОННОГО ЗОНДА

#### Краткое содержание

В статье рассматривается возможность практического использования метода зондирующего пучка. Показаны пути решения задачи о нахождении поля объемного заряда в коллекторе СВЧ-приборов по данным, полученным в результате зондирования электронным пучком исследуемого пространства в одном из сечений.

Подобные исследования необходимы для разработки коллекторных систем высокоэффективных СВЧ-приборов.

*M. V. DERENOVSKY, N. V. PIROGOVA*  
ELECTROSTATIC COLLECTOR'S FIELD INVESTIGATIONS  
WITH THE HELP OF ELECTRONIC PROBE

#### Summary

In this article the possibility of practical use of probe beam method is considered.

It's shown how to find out space charge field distribution in microwave tubes collectors using results of probe beam measurements of investigated space of the collectors cross-sections.

Such investigations are necessary in special collector system design for microwave tubes of high efficiency.