Т.М. Сапронова, В.А. Сыровой

ФГУП "Всероссийский электротехнический институт"

Формирование тороидальных бриллюэновских электронных потоков

Приведено точное решение задачи расчета формирующих электродов для тороидальных вырезок из сплошного, полого и электростатического бриллюэновских потоков.

Ключевые слова: бриллюэновские потоки, тороидальные электронные пучки, точное решение

Тор, ограничивающий вырезку из имеющего только одну азимутальную компоненту скорости бриллюэновского потока, определяется уравнением $\upsilon=0$ в системе u,υ, связанной с координатами z,R в меридиональной плоскости соотношениями

$$z=-d\,\frac{2be^{\upsilon}\sin u}{1+b^2e^{2\upsilon}+2be^{\upsilon}\cos u},\quad R=d\,\frac{1-b^2e^{2\upsilon}}{1+b^2e^{2\upsilon}+2be^{\upsilon}\cos u}. \tag{1}$$

Константы d, b выражаются через радиус сечения a и расстояние R_0 центра сечения от оси z:

$$d=\frac{1-b^2}{1+b^2}R_0,\quad b=\frac{1}{a}\left(R_0-\sqrt{R_0^2-a^2}\right). \tag{2}$$

Система (1) имеет конформную метрику:

$$h_1^2=h_2^2\equiv h^2=\frac{4b^2d^2e^{2\upsilon}}{\left(1+b^2e^{2\upsilon}+2be^{\upsilon}\cos u\right)^2}. \tag{3}$$

Потенциал вне пучка описывается выражением

$$\varphi=\varphi_i-\frac{1}{\sqrt{R}}\mathrm{Re}\int\limits_0^{\upsilon}d\eta\int\limits_0^{\upsilon-\eta}\rho\sqrt{R}\,h^2F\left(\frac{1}{2},\frac{1}{2};1;\lambda\right)d\xi, \tag{4}$$

$$\lambda=-\frac{\left[R(\zeta,\eta)-R(u,\upsilon)\right]^2+\left[z(\zeta,\eta)-z(u,\upsilon)\right]^2}{4R(u,\upsilon)R(\zeta,\eta)},$$

где φ_i – потенциал в пучке, ρ – плотность пространственного заряда, F – гипергеометрическая функция Гаусса. Сомножитель для F, являясь функцией u,υ и попадая под интеграл, подвергается следующим изменениям: аналитическому продолжению по $u\to\zeta=u+i\xi$; замене $\upsilon\to\eta$. На границе пучка двойной интеграл не дает вклада в потенциал и поле.

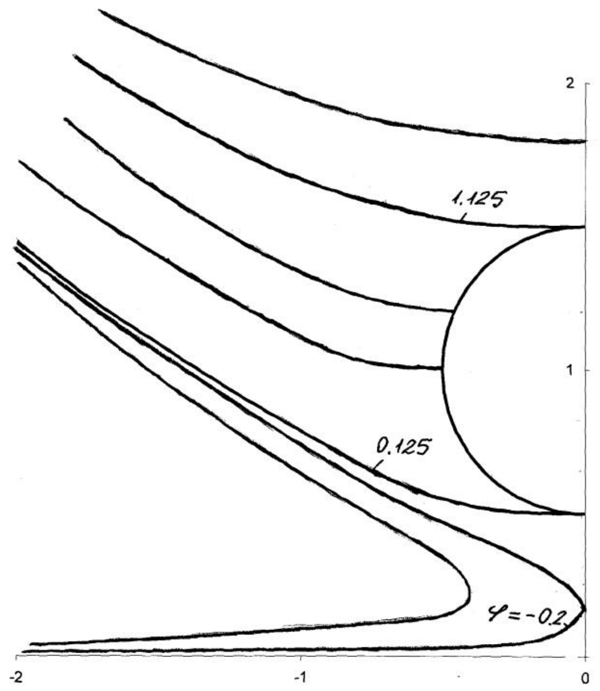
Функции φ_i, ρ для сплошного, полого и электростатического бриллюэновских пучков имеют вид:

$$\varphi_i = \frac{1}{8} H_z^2 R^2, \quad \rho = \frac{1}{2} H_z^2;$$

$$\varphi_i = \frac{1}{8} H_z^2 R^2 \left(1 - \frac{c^2}{R^2}\right)^2, \quad \rho = \frac{1}{2} H_z^2 \left(1 + \frac{c^4}{R^4}\right); \tag{5}$$

$$\varphi_i = \frac{1}{2} \frac{c^4}{R^2}, \quad \rho = 2 \frac{c^4}{R^4}, \quad c = \text{const}.$$

На рисунке приведены эквипотенциальные кривые в случае тороидальной вырезки из сплошного бриллюэновского потока. Со стороны оси сформировалась особая точка с эквипотенциалью-сепаратрисой $\varphi = -0{,}2$.



Рисунок