

Максимальный к. п. д. и предельный ток пучка электронов в сильноточном волноводном ускорителе

Г. И. Жилейко

К. п. д. ускоряющего волновода $\eta = \frac{P_3}{P}$ (P_3 — мощность пучка электронов) определен с учетом определяемого по функции проводимости изменения размеров ускоряющего волновода $\Gamma = \frac{P}{E^2} = \int_0^{2\pi} \int_0^a E_r H_\varphi \times$

$\times r dr d\varphi$ (P — поток СВЧ-мощности; E — амплитуда ускоряющего поля на оси волновода; a — радиус отверстий в диафрагмах; E_r и H_φ — поперечные составляющие поля; r — радиус; φ — азимутальная координата), коэффициента затухания поля в металле волновода α , коэффициента $\delta = \frac{E_H}{E_K}$ (индексы означают начальные и конечные значения), длины волновода L и поля излучения $E_{изл.к}$:

$$\eta = 1 - \frac{\Gamma_K}{\delta^2 \Gamma_H} e^{2\alpha L} - \frac{E_{изл.к}^2}{E_H^2}$$

Предельный ток пучка при заданных P , кинетической энергии U , $\frac{\Gamma_K}{\delta^2 \Gamma_H} e^{2\alpha L} \ll 1$, $\delta \approx 5$, $\alpha \ll 1$ и $\Gamma_K \leq \Gamma_H$

$$I_{пр} \approx \frac{P}{U} \cdot \frac{1 - \frac{\Gamma_K}{\Gamma_H} \cdot \frac{E_{изл.к}^2}{E_H^2}}{1 + \frac{\alpha U}{\xi E_K (\delta \sin \theta_H + \sin \theta_K)}}$$

Здесь $\xi = \frac{U}{(E_H \sin \theta_H + E_K \sin \theta_K) L}$ — коэффициент усреднения ускоряющего поля по длине ускорителя; θ — эквивалентная равновесная фаза, определяемая как $\sin \theta = \left(1 - \frac{E_{изл}}{E \sin \Phi}\right) \sin \Phi$, где Φ — равновесная фаза без учета поля излучения.

Выражения для η и $I_{пр}$ справедливы, когда все величины, входящие в формулы, монотонно возрастают или уменьшаются с увеличением координаты z . В противном случае волновод делится на два участка, для которых вычисления производятся отдельно.

Для расчета поля излучения рассмотрена задача о возбуждении электронными сгустками в ускоряющем волноводе электромагнитной волны E_{01} при изменяющихся вдоль волновода фазовых скоростях $v_\Phi = a + bz$, $v_\Phi = \sqrt{m + nz}$ и $v_\Phi = \text{const}$ возбуждающего тока (тока пучка ускоряемых электронов). Приведены формулы для полей излучения и суммарного поля, определена основная гармоника тока пучка.

Формулы, полученные для полей излучения, показывают, что величина поля имеет максимум в области $\frac{v_\Phi}{c} \approx 0,6 \div 0,85$, если в ускоритель вводится несгруппированный пучок ($E_{изл} \approx 8,5$ кВ/см при $P = 2$ Мвт, $E_{уск} \approx 20$ кВ/см, $I = 0,5$ а). В случае введения сгруппированного пучка поле излучения быстро увеличивается в начале волновода ($E_{изл} \approx 15$ кВ/см при тех же данных) и уменьшается с ростом фазовой скорости.

№17/2909

Статья поступила в Редакцию 28/IV 1964 г., аннотация — 24/III 1965 г.

УДК 539.171:539.12

Мощность дозы от мононаправленного источника γ -квантов вблизи границы раздела земля — воздух

Ю. И. Бублик, С. М. Ермаков, Б. А. Ефименко,
В. Г. Золотухин, Э. Е. Петров

Мощность дозы от мононаправленного моноэнергетического источника γ -квантов вблизи границы раздела земля — воздух была рассчитана методом Монте-Карло (методом локального вычисления потока с аналитическим выделением вклада однократного рассеяния и параллельной обработкой результатов статистических испытаний для многих пространственных точек). Статистическая точность определения мощности дозы находилась в пределах 6—8%.

Проведено сравнение с результатами экспериментальных работ [1, 2], выполненных с источником Co^{60} . Получено удовлетворительное согласие.

При расчетах принималось, что земля и воздух представляют две полубесконечные среды, разделенные плоской границей. Состав земли — SiO_2 (плотность $2,0 \cdot 10^3$ кг/м³), воздуха — 21 вес. % кислорода и 79 вес. % азота (плотность $1,29$ кг/м³). Источник S и детектор D помещались на одной высоте H при расстоянии между ними L . Геометрия расчета показана на рис. 1.

Расчеты проведены для набора энергий первичного луча 0,1; 0,5; 1,25; 2,7; 5,0 и 8,0 Мэв, расстояний L , равных 5; 15; 30; 50 и 100 м и высот H , равных 1; 4; 7; 10; 12; 16; 20; 30; 40; 50 и 60 м. Углы θ и φ изменя-

лись при этом в интервалах $[0, \pi/2]$ и $[0, \pi]$ соответственно.

Все результаты приводятся для интегральной мощ-

дозы от угла φ для различных начальных энергий γ -квантов E_0 при $\theta = \text{arctg } \frac{L}{H}$, $L = 15$ м и $H = 4$ м.

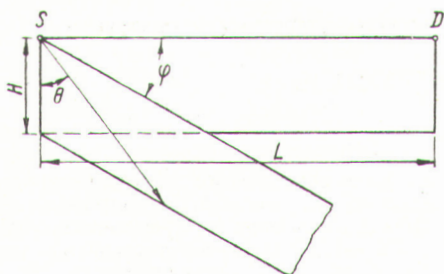


Рис. 1. Геометрия расчета.

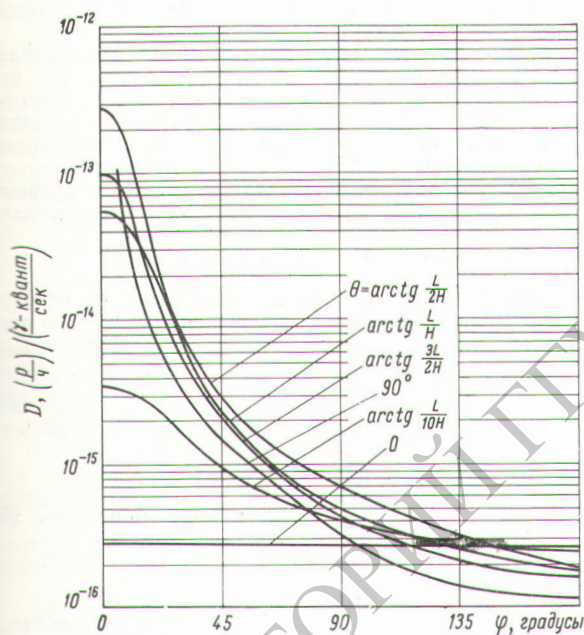


Рис. 2. Зависимость мощности дозы рассеянного γ -излучения от направления первичного луча ($E_0 = 1,25$ Мэв).

$$\text{мощности дозы } D(L, H, \theta, \varphi, E_0) = \int_0^{E_0} \psi(L, H, \theta, \varphi, E_0, E) \times$$

$\times A(E) dE$, где $\psi(L, H, \theta, \varphi, E_0, E)$ — энергетический спектр рассеянных γ -квантов в рассматриваемой точке; $A(E)$ — коэффициент перевода потока в мощность дозы.

На рис. 2 показана зависимость мощности дозы от углов ориентации первичного луча для $H = 4$ м и $L = 50$ м. На рис. 3 показана зависимость мощности дозы от высоты H при $\theta = 0^\circ$ и L , равных 15 (1) и 50 (2) м. На рис. 4 показана зависимость мощности

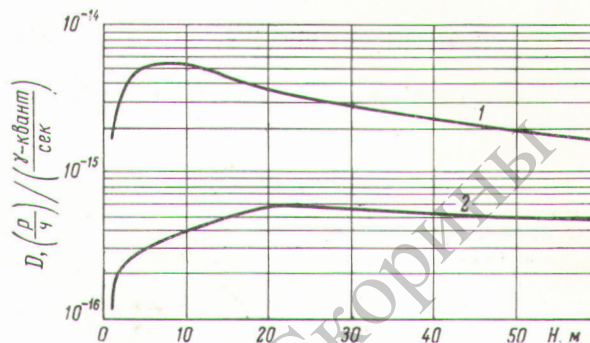


Рис. 3. Зависимость мощности дозы от высоты.

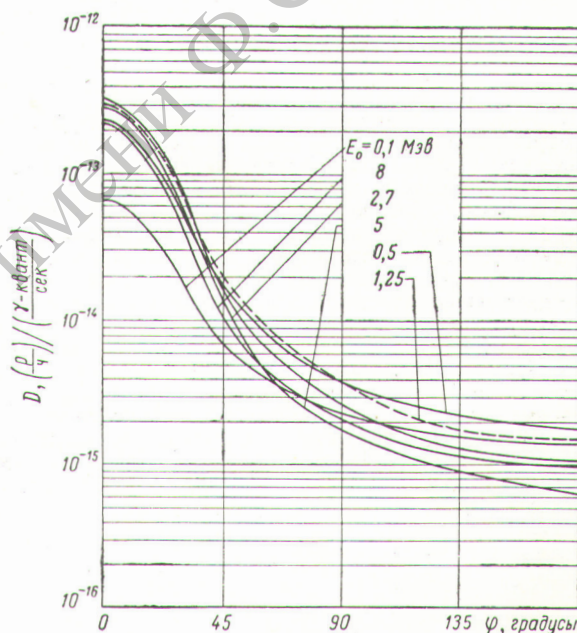


Рис. 4. Зависимость мощности дозы от угла φ для различных начальных энергий E_0 .

Полученная информация может быть использована при расчете мощности дозы от анизотропных источников γ -излучения у поверхности земли.

10/3222

Поступила в Редакцию 20/II 1965 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. E. B l i z a r d. Reactor Handbook, 3, ch. 15, 271 (1962).
2. С. М. Е р м а к о в и др. «Атомная энергия», 18, 416 (1965).