

Роль нестабильностей при получении моноэнергетических пучков электронов в линейных ускорителях

Г. И. ЖИЛЕЙКО, Б. А. СНЕДКОВ

УДК 621.384.644.3

В линейных резонансных ускорителях на малые энергии пучков электронов имеет обычно электрический разброс порядка 5—10%. Получению более узкого спектра энергии препятствует принципиальная особенность резонансных ускорителей. Применяя специальные схемы [1, 2], можно получить пучок с весьма малым, теоретически нулевым энергетическим разбросом. Но при техническом воплощении подобных устройств основное препятствие оказывают дестабилизирующие факторы. нестабильности источников СВЧ-питания и самой ускоряющей установки могут значительно расширить спектр.

Нестабильность частоты ускоряющего поля на 10^{-4} вызывает нестабильность энергии порядка 1—3%, т. е. сводит на нет возможность получения моноэнергетического пучка. Для стабилизации энергии предложено применить в волноводной секции скачок фазы или использовать расстроенный резонатор.

В первом случае пучок электронов на некотором участке волновода продолжает ускоряться в новой равновесной фазе, большей чем 90° . Здесь благодаря автофазировке с увеличением фазовой скорости из-за дисперсии волновода энергия будет возрастать, а не убывать.

Во втором случае используются дисперсионные характеристики волновода (с увеличением частоты выходная энергия падает), поэтому для устранения нестабильности энергии следует работать при отрицательной расстройке резонатора. Необходимо, чтобы наклон частотной характеристики резонатора был равен наклону частотной характеристики волновода и противоположен по знаку в области возможного ухода частоты генератора. В резонаторном ускорителе стабилизирующий резонатор должен быть настроенным, а электрическое поле — замедляющим. Нужно, чтобы этот резонатор обладал повышенной добротностью по сравнению с ускоряющим резонатором, и его частотную характеристику в области возможных уходов

частоты следует подбирать специально. Применение указанных способов позволит увеличить стабильность энергии электронов на два порядка.

Нестабильность мощности СВЧ-генератора может значительно превышать нестабильность частоты. Если случайные колебания мощности в генераторе связаны с уходами частоты, то это влияние на постоянство энергии электронов можно устранить способом расстроенного резонатора.

Нестабильность температуры ускорителя приводит к изменению геометрических размеров ячеек волновода или резонаторов, т. е. к их расстройке. Эта расстройка не должна превосходить расстройки резонаторов, наблюдаемой при уходе частоты генератора. Расчет проводится по дисперсионным характеристикам и для нестабильности энергии 10^{-4} составляет $0,5^\circ \text{C}$.

Требования к допускам на механическую обработку диафрагмированного волновода моноэнергетического ускорителя значительно ниже, чем в обычном ускорителе, и определяются в основном согласованием с источниками питания. Низкие требования обусловлены тем, что ускоряются хорошо сгруппированные сгустки электронов и случайные отклонения размеров ячеек приводят к изменению конечной энергии всего сгустка, а не к расширению энергетического спектра электронов.

(№ 183/4157. Поступила в Редакцию 16/II 1967 г. В окончательной редакции 13/XI 1967 г. Полный текст 0,5 а. л., 2 рис., 1 табл., библиография 6 названий.)

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. И. Жилейко, Б. А. Снедков. «Атомная энергия», 18, 627 (1965).
2. Б. А. Снедков. «Атомная энергия», 19, 287 (1965).

Устойчивость релейных систем автоматического пуска ядерного реактора

М. М. СОЛОВЬЕВ

УДК 621.039.514.43

Исследуется устойчивость релейных систем автоматического пуска реактора по обратной величине периода.

Под пуском понимается перевод реактора из подкритического состояния на некоторый заданный уровень мощности.

Используется метод D -разбиения гармонически линеаризованной системы и выделения областей устойчивости разгоняющегося реактора в плоскости двух параметров — коэффициента усиления K и постоянного времени фильтра в цепи измерения обратной величины периода T_{ϕ} .

Основное внимание уделяется анализу влияния параметров реле (коэффициента возврата и зоны нечувствительности) и постоянных времени элементов системы на положение границы области устойчивых процессов пуска реактора.

Отдельно рассматривается вопрос о влиянии параметров уравнения кинетики разгоняющегося реактора (среднего времени жизни мгновенных нейтронов, величины обратного периода разгона мощности), а также способов аппроксимации уравнений кинетики (одной и двумя группами запаздывающих нейтронов) на устойчивость процессов пуска реактора.

Сравнительные данные конкретных примеров сведены в таблицу и представлены в виде графиков D -разбиения системы автоматического пуска в плоскости параметров K, T_{ϕ} при различных значениях остальных параметров системы. Полученные результаты могут быть распространены и на непрерывные системы автоматического пуска реактора по обратной величине периода.

(№ 184/4434. Поступила в Редакцию 28/VI 1967 г. Полный текст 0,4 а. л., 4 рис., 1 табл., библиография 4 названия.)

Матричный метод расчета защиты от γ -излучения в барьерной геометрии

С. А. ЧУРИН, Л. Е. ГОХШТЕЙН, Л. С. ШЕЙМАН

УДК 621.039.58:539.122

Приведена методика расчета прошедшего и обратно рассеянного излучения от источников с различными спектрально-угловыми характеристиками в барьерной геометрии при помощи матриц прохождения и отражения. Спектрально-угловое распределение прошедшего $I_T(E, \theta)$ и обратно рассеянного $I_R(E, \theta)$ излучения для барьера, состоящего из двух слоев, определяется соответственно из выражений:

$$I_T = T_2 (E - R_1 R_2)^{-1} T_1 I; \quad (1)$$

$$I_R = [R_1 + T_1 R_2 (E - R_1 R_2)^{-1} T_1] I; \quad (2)$$

где T_1 — матрица прохождения для первого слоя; R_1 — матрица отражения для первого слоя; T_2 — матрица прохождения для второго слоя; R_2 — матрица отражения для второго слоя.

Используя выражения (1) и (2), можно находить характеристики прошедшего и обратно рассеянного излучения (спектрально-угловое распределение) от плоских барьеров (как однородных, так и гетерогенных) произвольной толщины, кратной толщине первоначальных слоев.

Матрицы прохождения и отражения 42-го порядка для слоя алюминия толщиной 2 см и слоя железа толщиной 1 см рассчитывались методом Монте-Карло. При помощи указанных матриц находили спектрально-угловые характеристики прошедшего через плоские барьеры и обратно рассеянного излучения от источников γ -квантов, энергетический спектр которых меняется в пределах 0,1—0,7 Мэв с любым угловым распределением первичных фотонов.

В качестве примера на рис. 1 приведен рассчитанный матричным методом энергетический спектр прошедшего через алюминиевый барьер толщиной 16 см излучения от изотропного источника, спектральный состав которого представлен на рис. 2.

Предложенная методика позволяет сократить время расчета спектрально-угловых характеристик излучения, рассеянного плоскими барьерами толщиной в несколько длин свободного пробега, на несколько порядков по сравнению с методом Монте-Карло.

Следует отметить, что точность расчетов матриц для барьера любой толщины и произвольного состава

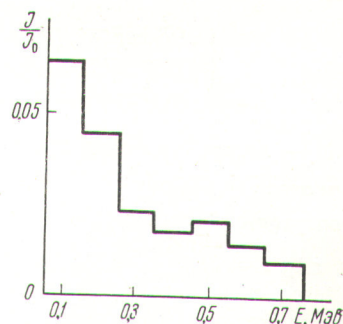


Рис. 1. Энергетический спектр излучения, прошедшего через барьер из алюминия толщиной $d = 16$ см:

J — число γ -квантов, прошедших в каждой из семи энергетических групп; J_0 — число падающих γ -квантов.

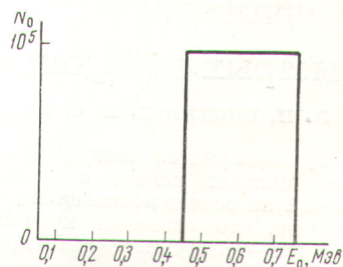


Рис. 2. Изотропный источник с равномерным энергетическим спектром в интервале 0,5—0,7 Мэв: ■

N_0 — число γ -квантов, падающих на барьер, в каждой энергетической группе.

зависит в основном от шага первоначальных матриц и точности, с которой определяются их члены.

(№ 185/4267. Статья поступила в Редакцию 12/V 1967 г. В окончательной редакции 30/XI 1967 г. Полный текст 0,5 а. л., 5 рис., 3 табл., библиография 8 названий.)