

С 3450

Б-202

4/24-702

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

9-5380



В.С. Балашова, С.В. Мухин, И.Н. Семенюшкин

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ПРОГРАММА

ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАЗОВЫХ ЭЛЛИПСОВ
МИШЕНИ КОНЕЧНЫХ РАЗМЕРОВ

1970

9-5380

В.С. Балашова, С.В. Мухин, И.Н. Семенюшкин

ПРОГРАММА
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАЗОВЫХ ЭЛЛИПСОВ
МИШЕНИ КОНЕЧНЫХ РАЗМЕРОВ

8595/2 чр

При проектировании каналов вторичных частиц в ряде случаев важно иметь достаточно полные исходные данные о мишени, расположенной в магнитном поле ускорителя. Такие мишени, как правило, имеют размеры в длину по пучку 100–150 мм и до 10 мм по вертикали и радиусу. Поэтому представление мишени в виде точечной является довольно грубым приближением, особенно для тех случаев, когда необходимо заранее определить профиль пучка формируемых частиц в том или ином месте канала.

При расчёте магнитооптической системы транспортировки пучка электродинамического сепаратора частиц высоких энергий ЛВЭ^{/1/}, мишень которого находится в магнитном поле синхрофазотрона, учет конечных ее размеров был сделан следующим образом. Положение мишени (координаты ее центра) – точка 1, рис. 1 – были определены^{/2/} из условия, чтобы частицы с импульсом 5 Гэв/с, вылетающие под нулевым углом, проходили по оси канала. Для расчёта движения частиц в горизонтальной плоскости мишень была представлена в виде плоскости с характерными точками 1,2,3,9,15,17,10, 14,16 и соответственно для расчёта по вертикали – также в виде плоскости (точки 1,4,4',9, 13, 13', 10, 12, 12').

Как правило, на входе каналов имеется апертурный коллиматор. Зная его размеры, можно определить траектории частиц, проходящих внутри коллиматора. Для этого с помощью ЭВМ, при использовании

в качестве основы программы 1047-1^{/2/}, для каждой точки мишени производился поиск раствора углов вылета частиц, попадавших в апертурный коллиматор. Найденные для всех точек угловые растворы траекторий частиц, попавших на края коллиматора, делились на малые интервалы, и полученные значения углов и координат на входе коллиматора использовались для определения коэффициентов уравнения фазовых эллипсов для горизонтальной и вертикальной плоскостей. Уравнение фазового эллипса имеет вид

$$\gamma x^2 + 2\alpha x x' + \beta x'^2 = \epsilon, \quad (1)$$

где ϵ - эммитанс пучка, равный F/π (F - площадь эллипса).

Аналогичные расчёты для определения коэффициентов фазового эллипса траекторий частиц выполнялись и для других импульсов в интервале $p_0 \pm \Delta p$.

На рис. 2 представлен один из фазовых эллипсов мишени, имеющей размеры по пучку 100 мм, по радиусу 3 мм и по вертикали 6 мм для частиц с импульсом 5,0 Гэв/с. Размеры отверстия апертурного коллиматора при этом были взяты по горизонтали 80 мм и по вертикали 140 мм. Эммитанс эллипса равен 0,00159, а коэффициенты α , γ , β равны соответственно 5,933; 0,00324; 11380.

Однако полученный фазовый эллипс имеет неравномерное заполнение и завышенный эммитанс. Правильнее при подборе фазовых эллипсов брать несколько большую апертуру коллиматора, а затем, используя программы для расчётов коллиматоров, учесть его реальные размеры.

Расчёт коллиматоров в предположении монохроматического пучка имеется в программе "Транспорт"^{/3/}.

В общем случае для пучка, имеющего импульсный интервал $\pm \Delta p$, положение центров эллипсов не совпадает с осью канала и определяется (2) следующим образом:

$$x_{p_1} = a_{13} \frac{\Delta p}{p_0}; \quad x'_{p_1} = a_{23} \frac{\Delta p}{p_0}. \quad (2)$$

a_{13} , a_{23} - члены результирующей матрицы от начала канала до места расположения коллиматора.

В этом случае края коллиматора, отстоящие на $\pm b$ от оси канала, по отношению к центру эллипса частиц с импульсом p_1 будут находиться на расстоянии $x = \pm b - a_{13} \frac{\Delta p}{p_0}$. Тогда для трансформации прямых, характеризующих края коллиматора, через последующую магнитооптическую систему получаем следующие выражения для x_k и x'_k :

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{x'_k} \\ -\frac{1}{x_k} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{1}{x'} \\ -\frac{1}{x} \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$x_k = \frac{\pm b - a_{13} \frac{\Delta p}{p_0}}{A_{22}}, \quad (4)$$

$$x'_k = \frac{\mp b + a_{13} \frac{\Delta p}{p_0}}{A_{12}},$$

где A_{11} , A_{12} , A_{21} , A_{22} - члены результирующей матрицы последующей за коллиматором части магнитооптической системы канала. Уравнение прямых коллиматора, таким образом, имеет следующий вид:

$$\frac{A_{22} x}{\pm b - a_{13} \frac{\Delta p}{p_0}} + \frac{A_{12} x'}{\pm b + a_{13} \frac{\Delta p}{p_0}} = 1. \quad (5)$$

Накладывая прямые коллиматора на соответствующий фазовый эллипс, можно учесть "обрезание" пучка коллиматором.

Авторы выражают глубокую благодарность Р.Н. Федоровой, Л.А. Смирновой, А.И. Широковой за полезные обсуждения.

Л и т е р а т у р а

1. V.D. Volodin et al. Proc. VI Inter. Confer. on High Energy Accelerators, Cambridge, A160, 1967.
2. Е.М. Кулакова, Л.А. Смирнова. Депонированная публикация ОИЯИ, Б2-1836, Дубна, 1963.
3. Р.Н. Федорова, А.И. Широкова. Препринт ОИЯИ, 11-3381, Дубна, 1967.

Рукопись поступила в издательский отдел
25 сентября 1970 года.

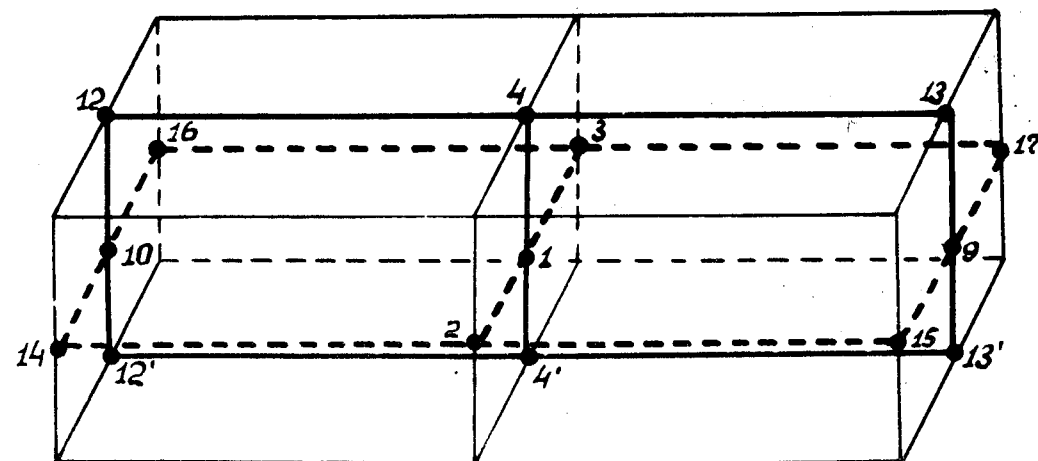


Рис. 1. Мишень магнитооптической системы транспортировки пучка частиц.

НАСЧТАБ X 1=,1702м-00.
 НАСЧТАБ V 1=,9676м-04.

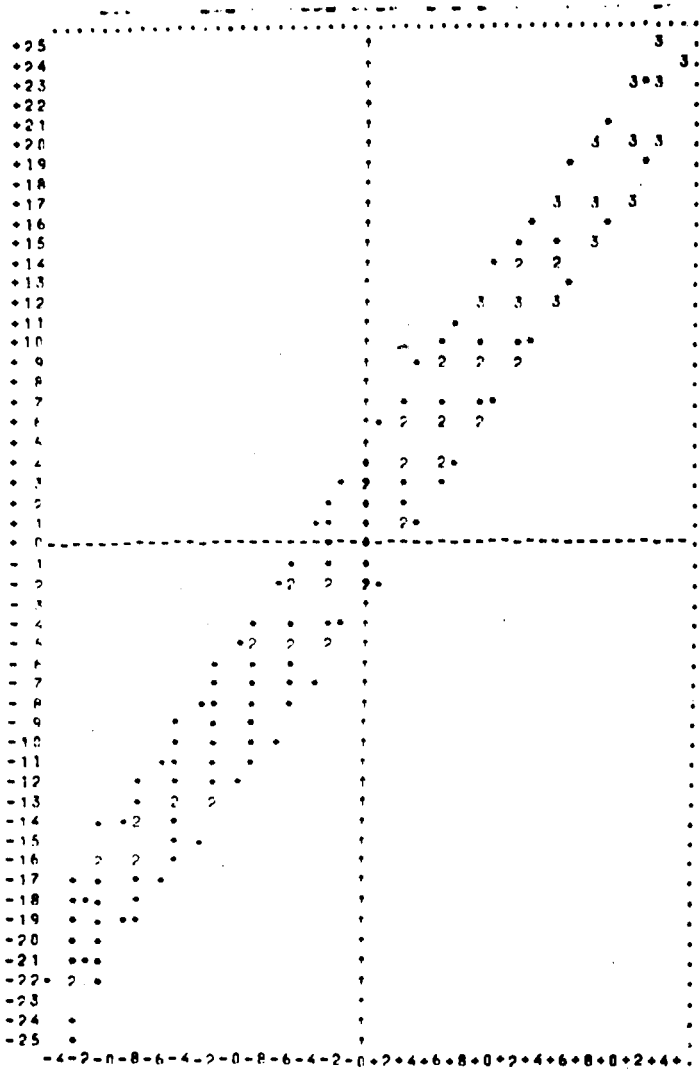


Рис. 2. Фазовый эллипс протяженной мышцы.