

ИНДЕКС 3649

Препринт ЕФИ-1279(65)-90

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԻՆՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
YEREVAN PHYSICS INSTITUTE

Г.К. МЕТРАБЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ЧАСТИЦ В ГОДСКОПИЧЕСКИХ
ЧЕРЕНКОВСКИХ СПЕКТРОМЕТРАХ ПРИ УГЛАХ ВХОДА

$\theta \neq 0$



ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЦНИИатоминформ
ЕРЕВАН-1990

G.K. MEHRABIAN

DETERMINATION OF PARTICLE COORDINATES IN
CHERENKOV HODOSCOPIC SPECTROMETERS
AT ENTRANCE ANGLES $\theta \neq 0$

The equation of shower axis projection and the coordinates of the centre of gravity of energy release are determined through energy distribution in the Cherenkov spectrometer cells at entrance angles $\theta \neq 0$. The possibility of calculating the coordinate of entrance of particle into the Cherenkov spectrometer is shown using the analytical dependence of the depth of the cascade curve maximum on the primary particle energy. The analysis of energy release distribution in cells also allows to estimate the particle entrance angle, this requiring additional investigations.

Yerevan Physics Institute
Yerevan 1990

В основу метода определения координат с помощью годоскопического черенковского спектрометра как известно положена азимутальная симметрия распределения энерговыделения относительно оси электронно-фотонного каскада (ЭК). При этом с помощью различных алгоритмов определяются координаты оси ЭК в плоскости черенковского спектрометра. При изменении угла входа в годоскоп ($\theta \neq 0$) нарушается симметричность распределения энерговыделения в ячейках и тем самым, становится непригодной идеология, заложенная в основу использования известных алгоритмов для координатных измерений. Происходит смещение вычисленной координаты в сторону направления увеличения угла входа θ и появляется нелинейность в зависимости между вычисленной и истинной координатами. Величина смещения пропорциональна $T \cdot \sin \theta$ (T - положение максимума ЭК) и при больших энергиях может составлять десятки сантиметров. Нелинейность появляется в связи с тем, что в алгоритме вычисления координат аналитическое выражение поперечного распределения энерговыделения в ячейках не соответствует действительности при $\theta \neq 0$ [1].

С такими проблемами сталкивались авторы, использующие большие площади (РАМС-4000, ЮССО) [2-4], где угол входа частиц в

спектрометр достигает $\sim 30^\circ$. Основной задачей при этом является определение величины смещения координат.

В работе [5] в виде иллюстрации представлены результаты измерения величины смещения координат в зависимости от энергии и угла входа частиц.

В настоящей работе предлагается метод определения величины смещения координат в годоскопических черенковских спектрометрах при углах входа $\theta \neq 0$.

В плоскости черенковского спектрометра каждому событию соответствует определенное распределение энерговыделения в ячейках рис.1. Если $\theta \neq 0$, то можно по распределению энерговыделения в ячейках определить уравнение проекции оси ЭФК на плоскости черенковского спектрометра:

$$(Y - Y_0) = K(X - X_0) \quad (1)$$

Так как ЭФК имеет ось симметрии, совпадающую с направлением движения первичной частицы, то по аналогии со случаем собственным моментом инерции из условия минимума его значения можно вычислить параметры прямой, являющиеся уравнением проекций оси ЭФК.

Расстояние $-d_i$ от каждой точки (X_i, Y_i, E_i) до прямой (1) определяется по формуле:

$$d_i = \frac{\delta Y_i - K \delta X_i}{(K^2 + 1)^{1/2}}; \quad (2)$$

$$\delta X_i = X_i - X_0; \quad \delta Y_i = Y_i - Y_0;$$

Если определить "собственным моментом инерции" ЭФК в виде

$$M = \sum_i (d_i)^2 E_i = \sum_i \frac{(\delta Y_i - K \delta X_i)^2 E_i}{K^2 + 1}, \quad (3)$$

то из условий $dM/dK = 0$ и $dM/dX_0 = 0$ можно найти значения X_0 , Y_0 и K .

Решением этих уравнений являются:

$$K = \frac{\sum (\delta Y_i)^2 E_i - \sum (\delta X_i)^2 E_i \pm \{[\sum (\delta Y_i)^2 E_i - \sum (\delta X_i)^2 E_i]^2 + 4(\sum \delta X_i \delta Y_i E_i)^2\}^{1/2}}{2 \sum \delta X_i \delta Y_i} \quad (4)$$

$$X_0 = \frac{\sum X_i E_i}{\sum E_i}; \quad Y_0 = \frac{\sum Y_i E_i}{\sum E_i}.$$

Здесь X_0 и Y_0 являются координатами центра тяжести энерговыделения в ячейках, совпадающими с положением максимума каскадной прямой. Условие минимума для M , $d^2M/dK^2 > 0$ выполняется при значениях:

$$K > \frac{\sum (\delta Y_i)^2 E_i - \sum (\delta X_i)^2 E_i}{2 \sum \delta X_i \delta Y_i E_i}, \quad (5)$$

что соответствует положительному знаку в решении квадратичного уравнения. Для второго значения K мы имеем максимальное значение M . При $\theta = 0$ функция M не зависит от K и $M_1 = M_2$, т.е. происходит симметричное распределение энерговыведения в ячейках. Такой анализ энерговыведения в ячейках позволяет по отношению к величинам M_1/M_2 определить угол входа частиц в черенковский спектрометр. Это важно в случаях, когда неизвестна вершина распада.

После определения K , X_0 и Y_0 можно вычислить координаты входа частиц в черенковский спектрометр, используя значения положения максимума или аналитическую формулу каскадной кривой. Для первого случая мы получим:

$$X = X_0 + \frac{T_{\max} \sin \theta}{(1-K^2)^{1/2}}; \quad Y = Y_0 + \frac{KT_{\max} \sin \theta}{(1-K^2)^{1/2}}, \quad (6)$$

где T_{\max} - положение максимума каскадной кривой:

$$T_{\max} = \ln(E/\epsilon) - 1 \quad \text{для } e^\pm$$

$$T_{\max} = \ln(E/\epsilon) - 0.5 \quad \text{для } \tau$$

ϵ - критическая энергия для свинцового стекла, E - энергия регистрируемой частицы.

На рис.2 представлены результаты вычисления координат по данному алгоритму. Как видно из рисунка, разница между вычисленной и истинной координатами не превышает < 3 мм в широком диапазоне углов до 20° при энергиях первичных электронов до 4 ГэВ.

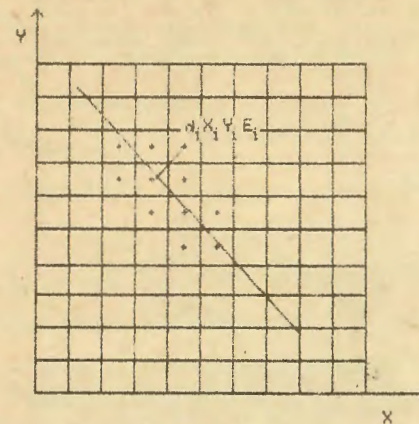


Рис.1

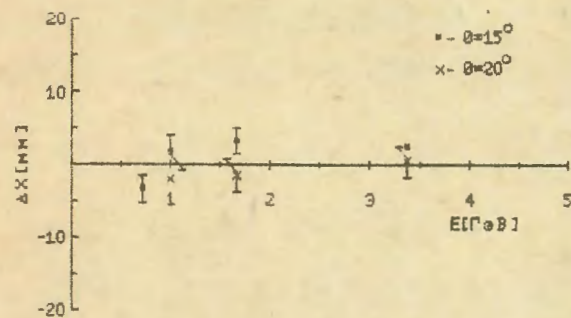


Рис.2

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

Рис.1 Координатная система на плоскости черенковского спектрометра.

Рис.2 Зависимость между разницей вычисленной и истинной координаты от энергии и угла входа первичных электронов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акопджанов Г.А., Инякин А.В., Качанов В.А. и др. Определение координат γ -квантов в годоскопическом черенковском спектрометре, ИФВЭ ПЭФ 76-ИЮ, 1976.
2. Болотов В.Н., Гниненко С.Н., Джилкибаев Р.М. и др. Годоскопический черенковский спектрометр полного поглощения ИЯИ АН СССР П-0428, 1985.
3. Powell B., Heller R., Mazzucato M. et al., The EHS Lead-Glass Calorimeters and Their Lazer Based Monitoring System, CERN/EP 81-144, 1981.
4. Акименко С.А., Алдин Д., Амоглобели Н.С. и др. Экспериментальное исследование глюонных взаимодействий и образования глюболов в центральной области соударений адронов при энергиях 500-3000 ГэВ на УНК. (Физический проект эксперимента) ИФВЭ, 1987.
5. Алексанян А.С., Бабаян Г.Е., Восканян А.В. и др. Исследование угловой зависимости определения координат в годоскопическом черенковском спектрометре. Препринт ЕФИ-1239(25)-90, Ереван, 1990.

Рукопись поступила 16 июля 1990 г.

Г. К. МЕТРАБЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ЧАСТИЦ В ГОДСКОПИЧЕСКИХ ЧЕРЕНКОВСКИХ
СПЕКТРОМЕТРАХ ПРИ УГЛАХ ВХОДА $\theta \neq 0$

Редактор Л. П. Мукаян

Технический редактор А. С. Абрамян

Подписано в печать 24/ХП-90г.

Формат 60x64/16

Офсетная печать. Уч. изд. л. 0,5

Тираж 299 экз. Ц. 8 к.

Зак. тип. № 324

Индекс 3649

Отпечатано в Ереванском физическом институте

Ереван 36, ул. Братьев Аликханян, 2

The address for requests:
Information Department
Yerevan Physics Institute
Alikhanian Brothers 2,
Yerevan, 375036
Armenia, USSR