

ИЗМЕРЕНИЕ ПОРОГОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОПОРЦИОНАЛЬНОЙ ДРЕЙФОВОЙ КАМЕРЫ В ПУЧКЕ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЭЛЕКТРОНОВ

В.М. Гришин, С.К. Котельников

Измерена релятивистская зависимость пороговой эффективности пропорциональной дрейфовой камеры при облучении быстрыми электронами с лоренц-факторами в диапазоне $4 - 10^3$. Экспериментальные значения релятивистского роста пороговой эффективности и коэффициента сепарации хорошо согласуются с предсказаниями осцилляторной атомной модели и указывают на перспективность метода для идентификации быстрых заряженных частиц.

Многослойные газовые пропорциональные и дрейфовые камеры широко применяются для идентификации релятивистских заряженных частиц по измерению вероятных (Δ_0) или усеченных средних ($\Delta_{\text{им}}$) ионизационных потерь энергии в области значений лоренц-фактора $\gamma \approx 10-10^3$ [1]. В [2, 3] предложен новый метод идентификации, основанный на релятивистском возрастании пороговой эффективности (ПЭ) $\theta(\Delta_t)$, которая равна вероятности превышения ионизационными потерями Δ в слое толщиной l некоторого фиксированного порогового значения Δ . В настоящей работе обсуждаются результаты первых измерений релятивистского возрастания ПЭ и перспективы метода для идентификации быстрых заряженных частиц.

Измерения проводились методом дрейфовой пропорциональной камеры (ДПК) с окошком, задающим длину трека $l = 2 \pm 0,02$ см. После предварительной откачки ДПК до давления $\sim 5 \cdot 10^{-3}$ торр она наполнялась инертными газами (Ar или Xe) с добавкой 20% CO_2 до давления, отвечающего нормальным условиям (1 атм, 0 °C). Давление контролировалось образцовыми вакуумметром и манометром с точностью $\sim 1\%$. При измерении распределения ионизационных потерь энергии ДПК поочередно облучалась пучком электронов с импульсами $\sim 30-550$ МэВ/с ($\gamma \sim 60-10^3$) электронного синхротрона С-60 ФИАН и электронами от радиоактивного бета-источника ^{90}Sr с энергией $\sim 1,5$ МэВ, примерно отвечающей минимуму ионизации ($\gamma \sim 4$). Электронный пучок диаметром 10 мм от ускорителя формировался двумя сцинтилляционными счетчиками совпадений С1, С2 и двумя — антисовпадений А1, А2. Спектрометрический тракт ДПК включал последовательно соединенные предусилитель, усилитель, линейные ворота (ЛВ) и АЦП. ЛВ запускались задержанным на время дрейфа электронов ионизации триггером С1А1А2С2 (или сигналом торцевого счетчика С3 при работе с источником ^{90}Sr). На каждый триггер ЛВ открывались два раза — для записи основного и фоновых спектров ионизационных потерь энергии.

Сигнал АЦП поступал через систему КАМАК в вычислительный комплекс ДВК-3, который осуществлял параллельное накопление основного и фонового спектров и последующее их вычитание (т.е. фон учитывался в режиме реального времени) для получения распределения ионизационных потерь энергии $\varphi(l, \Delta, \gamma)$. Энергетическая калибровка проводилась с помощью источников рентгеновского излучения ^{55}Fe ($E_\gamma = 5,9$ кэВ) и ^{109}Cd ($E_\gamma = 22,16$ кэВ). Кроме основных пиков для калибровки использовались пики ухода характеристического рентгеновского излучения, отвечающие взаимодействию рентгеновских квантов с электронами К-оболочек Ag и Xe.

Измерение ПЭ проводилось следующим образом. Во время набора основного спектра оценивалось относительное число событий с $\Delta \geq \Delta_t$ $\theta = n_t/n$, где n_t — число событий с $\Delta \geq \Delta_t$, n — общее число событий в серии. Было выбрано $n = 250$, что отвечает 250-секционному идентификатору длиной 5 м (250×2 см). После набора 20 серий вычислялось среднее значение ПЭ и ее среднеквадратичное отклонение. Для сравнения параллельно проводилось измерение усеченных средних потерь энергии,

$$\Delta_{tm} = \frac{1}{n_\nu} \sum_{j=1}^{n_\nu} \Delta_j,$$

где суммирование ведется по n_ν ($n_\nu = \nu n$) наименьших значений Δ , а параметр усечения ν выбран равным 0,5, т.е. $n_\nu = 125$.

Измерения θ и Δ_{tm} проводились при значениях лоренц-фактора, отвечающих двум близким по массам разделяемым адронам (например, π/k или π/p) с одинаковым импульсом. Коэффициент сепарации определялся соотношением

$$S_a(1/2) = 2 \frac{a_1 - a_2}{\sigma_1^a + \sigma_2^a}; \quad (1/2 = \pi/k, \pi/p),$$

где $a_{1,2}$ — средние (по 20 сериям) значения θ или Δ_{tm} , а $\sigma_{1,2}^a$ — соответствующие среднеквадратичные отклонения. Согласно критерию Рейли [1], частицы являются разделенными, если $S_a \geq 2,36$.

В табл. 1 приведены значения коэффициентов сепарации, измеренные в пучке электронов с лоренц-факторами, которые отвечают адронам с импульсом 75 ГэВ/с, при наполнении ДПК газовыми смесями $0,8\text{Ag} + 0,2\text{CO}_2$ и $0,8\text{Xe} + 0,2\text{CO}_2$ (1 атм, 0 °С). Видно, что в пределах экспериментальной погрешности коэффициенты сепарации, измеренные двумя методами, практически совпадают.

Измеренные значения релятивистского роста ПЭ — $R_\theta = \theta(\gamma = 10^3) / \theta(\gamma \sim 4)$ примерно на 20—50% (в зависимости от Δ_t) превосходят $R_{\Delta_{tm}}$ — релятивистский рост усеченных средних потерь

Т а б л и ц а 1

Коэффициенты сепарации адронов с импульсом 75 ГэВ/с
($l = 2$ см, $n = 250$)

Газ (1 атм, 0 °С)	S_a	π/p	π/k
0,8 Ar + 0,2 CO ₂	S_θ ($\Delta_t = 4$ кэВ)	$4,1 \pm 0,4$	$2,9 \pm 0,5$
	$S_{\Delta_{tm}}$ ($\nu = 0,5$)	$4,1 \pm 0,3$	$3,2 \pm 0,5$
0,8 Хе + 0,2 CO ₂	S_θ ($\Delta_t = 12$ кэВ)	$6,8 \pm 0,6$	$5,0 \pm 0,7$
	$S_{\Delta_{tm}}$ ($\nu = 0,5$)	$5,6 \pm 0,7$	$5,3 \pm 0,5$

энергии. Отметим, что измеренные зависимости $\theta(\Delta_t)$ и $\theta(\gamma)$ хорошо описываются осцилляторной атомной моделью (атомных оболочечных гармонических осцилляторов) /4, 5/.

Таким образом, проведенные в идентичных условиях измерения показали, что с точки зрения сепарации частиц по ионизации в газе метод ПЭ не уступает стандартному методу. Поскольку же метод ПЭ обладает рядом преимуществ (простая структура сигнала, высокое быстродействие и т.п. /3/), его можно рекомендовать для целей идентификации адронов с импульсом до 200 ГэВ/с /2/.

Авторы благодарны руководству ЛЭВЭ и персоналу электронного синхротрона С-60 ФИАН за возможность проведения эксперимента, а также выражают признательность Г.И. Мерзону за внимание к работе и полезные обсуждения.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Б у д а г о в Ю.А. и др. Ионизационные измерения в физике высоких энергий. М., Энергоатомиздат, 1988.
2. Г р и ш и н В.М., Е р м и л о в а В.К. Краткие сообщения по физике ФИАН, № 10, 40 (1989); № 7, 30 (1990).
3. G r i s h i n V.M. et al. Submitted to Nucl. Instr. and Meth. A.
4. Г р и ш и н В.М., Е р м и л о в а В.К. Препринт ФИАН № 8, М., 1990.
5. G r i s h i n V. M. et al. Submitted to Nucl. Instr. and Meth. A.

Поступила в редакцию 3 июня 1991 г.