

ИССЛЕДОВАНИЕ АЗИМУТАЛЬНЫХ КОРРЕЛЯЦИЙ В π^-p -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ ЭНЕРГИИ 40 Гэв

С.А.Азимов, Ф.К.Алиев, Н.Н.Кулахмедов,
Т.С.Юлдашбаев

При исследовании реакций $\pi^-p \rightarrow px^-$ обнаружены азимутальные корреляции динамического происхождения в интервале недостающих масс $3,6 < M_x \leq 4,8$ Гэв.

Исследование азимутальных корреляций в угловом распределении вторичных частиц представляет большой интерес для обнаружения тяжелых многопионных резонансов.

Азимутальные корреляции, возникающие при распаде таких многопионных "вращающихся" резонансов, могут быть легко обнаружены с помощью чувствительного критерия β , предложенного в [1]. Величина $\beta = (\sum_{i \neq j} \cos 2\epsilon_{ij}) / \sqrt{n_s(n_s - 1)}$, являющаяся функцией парных азиму-

тальных углов $\epsilon_{ij} = \phi_i - \phi_j$ ($i = 1, 2, \dots, n_s$; $j = 1, 2, \dots, n_s$; $i \neq j$), $0 \leq \epsilon_{ij} \leq \pi$, $0 \leq \phi \leq 2\pi/n_s$ - число вторичных частиц, не зависит от начала отсчета углов и ограничена значениями $-\sqrt{n_s/(n_s - 1)} \leq \beta \leq \sqrt{n_s(n_s - 1)}$. При полной компланарности n_s импульсов вторичных частиц в плоскости, перпендикулярной к азимутальной, β достигает максимального значения. Величина β будет минимальной, если частицы равномерно распределены по ϕ_i ($\Delta\phi_i = \phi_i - \phi_j = 2\pi/n_s$, $n_s \geq 3$).

Усредненная по большому числу N событий величина $\bar{\beta} = (\sum_{i=1}^n \beta_i) / N$

имеет приблизительно нормальное распределение с математическим ожиданием, равным 0, и дисперсией, равной $1/N$. Тогда при отсутствии азимутальных корреляций с вероятностью $\approx 95\%$ должно выполняться неравенство $|\bar{\beta}| \sqrt{N} < 2$.

В работе [2] изучались неупругие взаимодействия π^- -мезонов с энергией 17,2 Гэв со свободными и квазисвободными протонами фотоэмульсии с образованием медленного (25 - 400 Мэв) протона отдачи и числом быстрых заряженных частиц, равным 3 и 5. Были обнаружены статистически обеспеченные азимутальные корреляции в области недостающих масс $M_x = 2,9 - 3,5$ Гэв ($\bar{\beta} = 0,37$, $N = 75$, $|\bar{\beta}| \sqrt{N} =$

= 3,2). В других интервалах недостающих масс корреляции отсутствуют.

Однако, статистика анализируемых событий в [2] невелика, а сложный состав ядерных эмульсий вносит неопределенность в величину M_x . Эксперименты, выполненные с помощью пузырьковых камер, позволяют получить значительный статистический материал и более надежную информацию о природе частицы-мишени.

С этой целью в настоящей работе исследовались экспериментальные данные, полученные Сотрудничеством с двухметровой пропановой пузырьковой камеры ОИЯИ, облученной в пучке π^- -мезонов с энергией 40 Гэв.

Для анализа использовались 12384 события, удовлетворявших критериям отбора π^-p -столкновений. Из них отбирались здезды с идентифицированным протоном отдачи с импульсом $P_p \geq 140$ Мэв/с и числом быстрых частиц $n_s = 3$ и 5. При этом вводилось ограничение на величину коэффициента неупругости в антилабораторной (зеркальной) системе координат:

$$k_3 = \frac{\sum(E_i - P_i \cos \theta_i)}{m_p} \leq 1,1,$$

где E_i , P_i , θ_i — энергия, импульс и угол вылета заряженных частиц в лабораторной системе. Суммирование ведется по всем заряженным частицам, включая и протон отдачи. Как было показано в [3], значение $k_3 \geq 1,1$ возникает в основном из-за вклада π^-p -столкновений с квазисвободными протонами ядер углерода, которые могут вносить искажения в измеряемое значение недостающей массы M_x .

Полное число событий, удовлетворявших таким критериям отбора, оказалось равным 850. Для каждого отобранного события находилась величина M_x и β . Недостающая масса M_x всех вторичных частиц, кроме протона отдачи, вычислялась из соотношения

$$M_x^2 = m_\pi^2 + 2P_p P_o \cos \theta_p - 2E_p(E_o + m_p),$$

где m_π , m_p — массы π -мезона и протона, P_o , P_p — импульсы первичного пиона и протона отдачи, E_p , θ_p — кинетическая энергия и угол вылета протона отдачи.

Азимутальные углы отсчитывались в плоскости, перпендикулярной к оси Z, которая направлялась по разности ($P_o - P_p$) импульсов первичного пиона и протона отдачи, а ось Y — по векторному произведению $[P_p P_o]$.

Экспериментальные результаты представлены в таблице, где величина $|\beta|/\sqrt{N}$ указывает на статистическую обеспеченность эффекта в единицах стандартного отклонения.

Как видно из полученных результатов, в интервале масс $3,6 < M_x \leq 4,8$ Гэв наблюдаются статистически обеспеченные (на уровне 4,2 стандартных отклонений) корреляции при отсутствии их в области больших и меньших значений M_x . Корреляции в области $3,6 < M_x \leq 4,8$ Гэв наблюдаются отдельно как для событий с $n_s = 3$, так и с $n_s = 5$, поэтому для увеличения статистики в таблице приводятся суммарные экспериментальные данные.

При этом суммарные азимутальные угловые распределения вторичных ливневых частиц, построенные для интервалов M_x , указанных в таблице, не отличаются от изотропных. Средняя величина $\bar{\beta}$ одинакова для интервалов азимутальных углов вылета протонов отдачи в камере $0 < \phi_p \leq 180^\circ$ и $180^\circ < \phi_p \leq 360^\circ$ и почти не зависит от импульса протона отдачи P_p .

Характеристика звезд	$M_x, Гэв$	N	$\bar{\beta}$	$ \bar{\beta} \sqrt{N}$
$E_0 = 40 Гэв$ $n_s = 3; 5$	$\leq 3,6$	395	+ 0,07	1,5
	$3,6 \div 4,8$	234	+ 0,27	4,2
	$> 4,8$	221	+ 0,09	1,3
	все события	850	+ 0,13	3,9

Расчеты, проведенные аналогично [4], показали, что наблюдаемая в эксперименте немонотонная зависимость $\bar{\beta}$ от M_x противоречит моделям, в которых азимутальные корреляции возникают как следствие закона сохранения импульса, и указывают, таким образом, на нетривиальное, динамическое происхождение корреляций в области недостающих масс $3,6 < M_x \leq 4,8 Гэв$.

Возможной причиной азимутальных корреляций может быть образование в интервале масс $3,6 - 4,8 Гэв$ многопионных резонансов, расположенных на бесконечно растущих траекториях Редже [5]. Вследствие роста спина таких резонансов по мере увеличения их массы ($J_p \sim M^2$), усиливается тенденция к компланарности импульсов вторичных пионов, порождающая азимутальные корреляции.

Можно оценить сечение образования тяжелых резонансов, предполагая, что азимутальные эффекты, возникающие в π^-p -взаимодействиях при энергии $40 Гэв$, связаны с образованием резонансов в интервале масс $M_x = 3,6 - 4,8 Гэв$, а в фоновых событиях среднее значение $\bar{\beta} = 0$. Тогда для числа резонансных событий в указанном интервале масс получится значение $N_R = 24,0 \pm 5,6$, что соответствует сечению образования резонансов $\sigma_p = 60 \pm 14 мкбн$.

Измерения, проведенные на Серпуховском ускорителе ИФВЭ соотрометром недостающих масс, при энергиях пионов 25 и $40 Гэв$, не дали указаний на существование таких резонансов [6].

В [7] было показано, что учет эффектов центробежного барьера приводит к быстрому сужению ширины резонансов, расположенных на линейно растущих траекториях Редже, так что в области масс $M \gtrsim 3 Гэв$ их ширина стремится к нулю при $M \rightarrow \infty$. Уменьшение ширины резонанса с ростом его массы можно также предсказать в рамках модели Померанчука [5].

Возможно, что в области $M_x > 3,0 Гэв$ расстояние между соседними резонансными пиками уменьшается настолько, что дальнейшее их разрешение становится невозможным.

Таким образом, метод анализа, основанный на зависимости азимутальных корреляций от недостающей массы частиц, может стать весьма эффективным для обнаружения близкорасположенных узких резо-

нансов большой массы $M > 3 \Gamma эв$, когда разрешение аппаратуры недостаточно для выделения их обычным способом.

Авторы выражают глубокую благодарность В.Г.Гришину, А.А.Юлдашеву и В.М.Чудакову за обсуждение работы и сделанные замечания.

Физико-технический институт
им. С.В.Стародубцева
Академии наук Узбекской ССР

Поступила в редакцию
27 марта 1978 г.

Литература

- [1] С.А.Азимов, Ш.Абдужамилов, Л.П.Чернова, Г.М.Чернов, В.М.Чудаков. ЖЭТФ, **45**, 407, 1963.
- [2] С.А.Азимов, И.В.Речицкий, Е.А.Тиль, В.М.Чудаков. ЯФ, **9**, 126, 1969.
- [3] L. A. Didenko, V. S. Mursin et. al. Proc. 15-th Inter. Cosmic Ray Conf. Plovdiv, Bulgaria, 1977, v. 7-HE, p. 79.
- [4] С.А.Азимов, Н.Б.Ерошкина, В.М.Чудаков. Изв. АН УзССР, сер. физ-мат. наук, **4**, 56, 1975.
- [5] С.А.Азимов, Р.У.Бейсембаев, Э.Ж.Муллажанов, В.М.Чудаков, Т.С.Юлдашбаев. ЯФ, **11**, 1248, 1970.
- [6] Ю.М.Антипов и др. ЯФ, **16**, 996, 1972.
- [7] H. Goldberg. Phys. Rev. Lett., **21**, 778, 1968.