

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРЕЛЯЦИЙ В ХАРАКТЕРИСТИКАХ π^0 -МЕЗОНОВ, ОБРАЗОВАННЫХ ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИИ π^- -МЕЗОНОВ С ЯДРАМИ КСЕНОНА ПРИ 3.5 ГЭВ/с

CORRELATIONS BETWEEN π^0 MESONS PRODUCED BY π^- MESONS INTERACTING WITH XENON NUCLEI AT 3.5 GeV/c

Л. С. ОХРИМЕНКО, Б. СЛОВИНСКИЙ, Б. СРЕДНЯВА, З. СТРУГАЛЬСКИЙ

Лаборатория высоких энергий, Объединенный институт ядерных исследований

(Поступила в редакцию 7 марта 1977 г.)

Investigations of angular and energetic distributions of π^0 mesons produced by π^- mesons on xenon target have been done. It was found that the correlation between emission angles and energy of π^0 mesons corresponds kinematically to the emission of π^0 mesons from an effective intranuclear target with mass roughly equal to the mass of π meson. A possible influence of secondary intranuclear processes on angle and energy distributions of π^0 mesons is discussed.

1. Введение

Исследование корреляций между различными характеристиками частиц, образованных в столкновениях адронов высоких энергий, является существенным источником информации о динамике сильных взаимодействий (напр. [1]). Изучаются интенсивно и сравниваются с соответствующими теоретическими предсказаниями корреляционные эффекты между различными параметрами одной частицы, а также корреляции в распределениях двух и более частиц. Однако относительно слабо исследованы корреляционные эффекты при столкновении быстрых частиц со сложными ядерными структурами. Эти эффекты могут характеризовать не только динамику процесса, но и строение ядра мишени. Нами выполнен цикл экспериментальных работ по изучению корреляций между углами эмиссии и энергией π^0 -мезонов и протонов, испускаемых в столкновениях π -мезонов с ядрами ксенона [2—4].

При исследовании реакции перезарядки π^+ -мезонов с импульсом 2.34 ГэВ/с на ядрах ксенона нами была обнаружена значительная коллимация эмиссии π^0 -мезо-

* Address: Joint Institute for Nuclear Research, Head Post Office, P. O. Box 79, Moscow, USSR.

нов в интервале небольших углов эмиссии [2]. Эта коллимация соответствует кинематически столкновению падающего π^+ -мезона с внутриядерной мишенью, масса которой приблизительно совпадает с массой пions. Оказалось, что аналогичная корреляция между углами эмиссии и энергией π^0 -мезонов имеет место также в случае эмиссии одиночных π^0 -мезонов в реакции π^- -Xe при 3.5 ГэВ/с [3]. Среди возможных объяснений наблюдаемого явления нами отмечалось проявление механизма однопионного обмена, особенно в случае реакции образования двух π -мезонов в конечном состоянии [3], а также возможное существование π -мезонов как структурных элементов периферической области атомных ядер [4].

В настоящей работе приведены результаты анализа угловых и энергетических распределений π^0 -мезонов, рожденных в реакции



при 3.5 ГэВ/с. N_3 — число вторичных заряженных частиц, $N_3 = 0; 1$, A' остаточное ядро. Эксперимент выполнен при помощи 180 литровой ксеноновой пузырьковой камеры ИТЭФ (далее в тексте КПК).

2. Эксперимент

В результате просмотра 200 тыс. снимков КПК было отобрано 1067 случаев π^- -Xe взаимодействий, в которых наблюдалась не более чем одна вторичная заряженная частица и 4 гамма-кванта. Эти случаи обозначены следующим образом

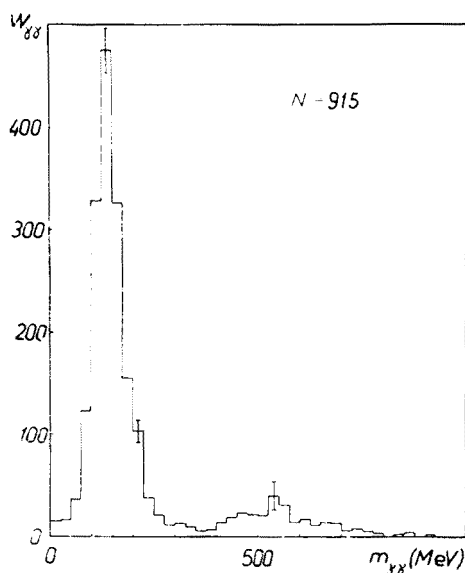


Рис. 1. Распределение случаев взаимодействий $\pi^- + \text{Xe} \rightarrow 4\gamma + N_3 + A'$ при 3.5 ГэВ/с по эффективным массам оптимальных пар гамма-квантов

В этих событиях измерялись энергии и углы эмиссии гамма-квантов. Методика определения энергии гамма-квантов в КПК описана ранее [5].

Затем, используя алгоритмы выбора оптимальных пар гамма-квантов и коррекции их энергий [6] были выделены каналы реакции (2) с эмиссией $\pi^0\pi^0$ и $\pi^0\eta^0$. На рис. 1 дано распределение по эффективным массам оптимальных пар гамма-квантов для 915 событий типа (2), вычисленные по измеренным значениям энергий гамма-квантов. В дальнейшем можно принять, что вторичные заряженные частицы, останавливающиеся в камере, относятся в преобладающем большинстве к протонам.

ТАБЛИЦА

Числа N выделенных каналов π^- -Xe взаимодействий при 3.5 ГэВ/с и соответствующие им значения эффективных сечений σ

Реакция	N	$\sigma(m\text{д})$
$\pi^- + \text{Xe} \rightarrow 4\gamma + N_3 + A'$	1067	29.8 ± 3.0
$\pi^- + \text{Xe} \rightarrow 2\pi^0 + A'$	146	4.1 ± 0.5
$\pi^- + \text{Xe} \rightarrow 2\pi^0 + p + A'$	122	3.4 ± 0.5
$\pi^- + \text{Xe} \rightarrow 2\pi^0 + \pi^- + A'$	322	6.1 ± 0.4
$\pi^- + \text{Xe} \rightarrow \pi^0 + \eta^0 + N_3 + A'$	175	4.9 ± 0.5

Здесь $N_3 = 0; 1$, A' означает остаточное ядро.

Это означает, что значения кинетических энергий таких протонов заключены в интервале $E_k = 30 \div 350$ МэВ. Следы вторичных заряженных частиц, уходящих из камеры или испытывших вторичные взаимодействия, приписаны π -мезонам. Более подробно методические вопросы изложены ранее [2, 3].

В таблице приведены числа событий выделенных каналов взаимодействий и соответствующие им значения эффективных сечений.

3. Экспериментальные результаты и их обсуждение

3.1. Распределения по эффективным массам

На рис. 2 представлены распределения по эффективным массам систем, состоящих из $2\pi^0$, $\pi^0\eta^0 (\rightarrow 2\gamma)$, а также 4γ , которые не удовлетворяли условиям коррекции [6]. Также, для сравнения изображено аналогичное распределение для двух π^0 -мезонов из реакции $\pi^+p \rightarrow p\pi^+\pi^0\pi^0$ при 3.5 ГэВ/с [7]. Все гистограммы нормированы на одинаковое число случаев. Распределения по эффективным массам $m_{\pi^0\pi^0}$ пар π^0 -мезонов в исследуемых π^- -Xe взаимодействиях и в реакции π^+p при 3.5 ГэВ/с не различаются между собой в пределах ошибок, почти во всем интервале значений $m_{\pi^0\pi^0}$.

Расхождение при $m_{\pi^0\pi^0} \gtrsim 1300$ МэВ может быть вызвано влиянием фермиев-

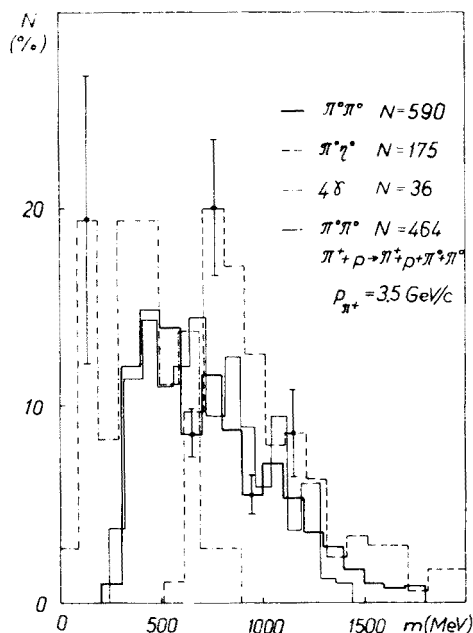


Рис. 2. Распределение случаев взаимодействий $\pi^+ + \text{Xe} \rightarrow 4\gamma + N_3 + A'$ по эффективным массам; — двух π^0 — мезонов, --- π^0 и η^0 -мезонов ($\eta^0 \rightarrow 2\gamma$), - · - четырех гамма-квантов, не удовлетворяющих условиям коррекции (6) (фоновые случаи). Приведено также распределение по эффективным массам пар π^0 -мезонов из реакции $\pi^+ + p \rightarrow \pi^+ \rho^0 \pi^0 \pi^0$ при 3.5 ГэВ/с [7]. Гистограммы взаимно отнормированы

ского движения внутриядерных нуклонов, в столкновении с которыми произошло образование двух π^0 -мезонов.

3.2. Энергетические распределения

На рис. 3 приведены распределения событий $\pi^- + \text{Xe}$ взаимодействий при 3.5 ГэВ/с типа (1) по полной энергии двух π^0 -мезонов $E_{2\pi^0}$ в событиях с $N_3 = 0$, $N_3 = 1$ stop, т.е. когда вторичная заряженная частица останавливается в камере (это, в основном, протоны) и $N_3 = 1$ esc, т.е. когда вторичная заряженная частица уходит из камеры или испытывает взаимодействие (в $\approx 80\%$ случаев это π^- -мезоны). Гистограммы взаимно отнормированы. Можно заметить, что максимум в распределении существенно смещается в сторону меньших значений энергий, по мере увеличения числа частиц и их энергии. Видно также, что в случае взаимодействий типа $\pi^- + \text{Xe} \rightarrow 2\pi^0 + N_3 + A'$ ($N_3 = 0$) выделяется максимум в районе ($E_{2\pi^0} \sim \sim 3000$ МэВ, указывающий на значительное преобладание реакции на квазисвободном протоне ядра ксенона

$$\pi^- + p(\text{Xe}) \rightarrow 2\pi^0 + n. \quad (3)$$

Аналогичный вывод был нами сделан при изучении реакции перезарядки π^+ -мезонов на ядрах ксенона при 2.34 ГэВ/с [2].

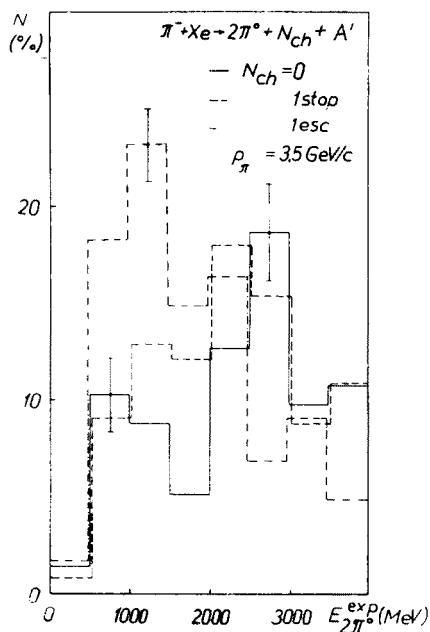


Рис. 3. Распределение случаев взаимодействий $\pi^- + \text{Xe} \rightarrow 2\pi^0 + N_{ch} + A'$ при 3.5 ГэВ/с по суммарной энергии двух π^0 -мезонов. Обозначения на рисунке. Гистограммы взаимно отнормированы

3.3. Двухмерные распределения π^0 -мезонов по углам эмиссии и энергиям

На рис. 4 приведены двухмерные распределения π^0 -мезонов из реакции (1) по энергиям и углам их эмиссии. Распределения даны отдельно в классах событий с $N_s = 0$ (4а), $N_s = 1$ stop (4б) и $N_s = 1$ esc (4б). На рисунках нанесены кинематические кривые, соответствующие реакции перезарядки $\pi^- + p \rightarrow \pi^0 + n$, а также

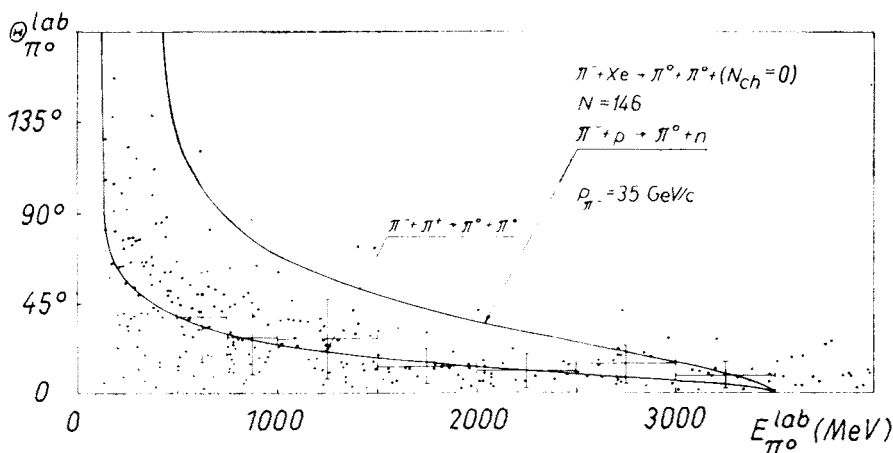


Рис. 4а

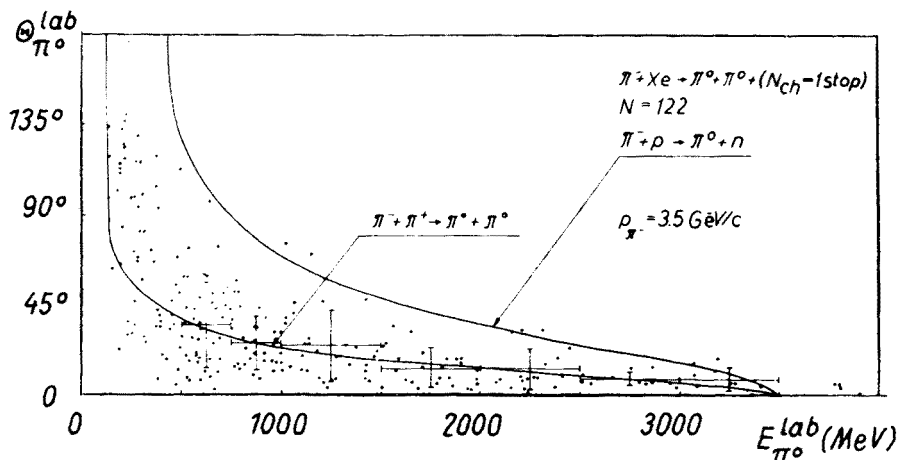


Рис. 4б

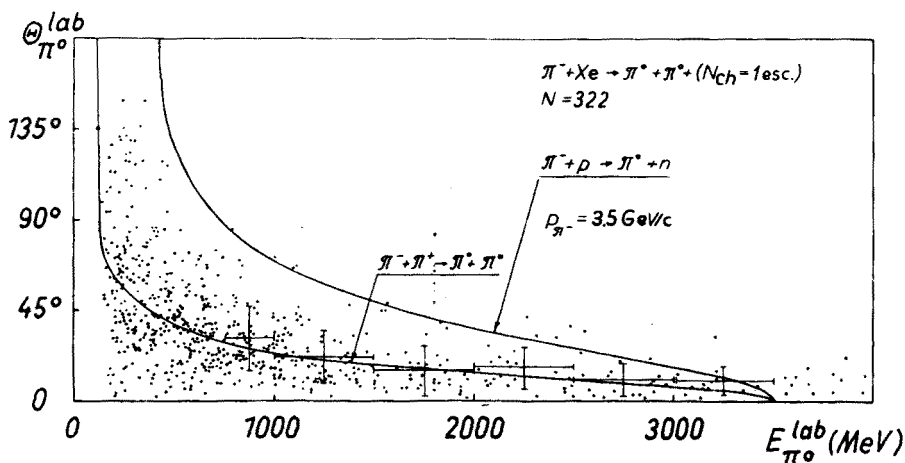


Рис. 4в

Рис. 4 а, б, в. Двухмерные распределения π^0 мезонов из реакции $\pi^- + \text{Xe} \rightarrow 2\pi^0 + N_3 + A'(N_3 = 0.1)$ при 3.5 ГэВ/с по углу эмиссии Θ_{π^0} и полной энергии E_{π^0} . Распределения на рисунках 4а, 4б и 4в относятся к различным числам N_3 вторичных заряженных частиц. Указаны кинематические кривые соответствующие реакции перезарядки $\pi^- + p \rightarrow \pi^0 + n$, $\pi^- + \pi^+ \rightarrow \pi^0 + \pi^0$ при 3.5 ГэВ/с. Крестами обозначены средние значения углов эмиссии π^0 — мезонов для интервалов энергии, отмеченных по оси E_{π^0} . По оси Θ_{π^0} изображены у крестов значения дисперсии угловых распределений π^0 — мезонов в данном интервале значений E_{π^0} .

рассеянию $\pi^- + \pi^+ \rightarrow \pi^0 + \pi^0$ при 3.5 ГэВ/с. Оценены средние значения и дисперсии распределений углов эмиссии π^0 -мезонов для указанных энергетических интервалов. Данная информация представлена на рисунках в виде больших крестов. Можно заметить, что средние значения углов эмиссии π^0 -мезонов достаточно хорошо располагаются вдоль кинематической кривой, соответствующей реакции $\pi^- + \pi^+ \rightarrow \pi^0 + \pi^0$, в широком интервале значений энергий π^0 -мезонов, $E_{\pi^0} = 500 \div 3500$

МэВ. Аналогичная картина наблюдалась нами при исследовании квазисвободных π —Хе взаимодействий, сопровождавшихся эмиссией одиночных π^0 -мезонов при 2.34 и 3.5 ГэВ/с [2—4]. Следует, однако, отметить, что один и тот же характер корреляций между углами эмиссии и энергией π^0 -мезонов, образованных в π —Хе взаимодействиях, в которых в конечном состоянии наблюдается одна, две или же три частицы, может указывать на существенную роль вторичных внутриядерных процессов, даже в случае квазисвободных столкновений, происходящих в периферической области ядра мишени [8]. Этот вывод подтверждает также наличие в изучаемых событиях протонов со значениями энергий и углов эмиссии, недопустимыми с точки зрения кинематики свободных пион-нуклонных столкновений. Более определенный вывод о количественной оценке влияния вторичного внутриядерного рассеяния и поглощения можно сделать, используя, например, соответствующие расчёты по модели многократного дифракционного рассеяния Глаубера [9].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] В. С. Мурзин, Л. И. Сарычева, *Множественные процессы при высоких энергиях*. Москва, Атомиздат 1974; В. Г. Гришин *ЭЧАЯ*, **7**, 595 (1976).
- [2] B. Słowiński, Z. Strugalski, B. Średniawa, JINR, E1-9084, Dubna 1975.
- [3] Л. С. Охрименко, Б. Словинский, Б. Среднява, З. Стругальский, ОИЯИ, P1-9691, Дубна 1975.
- [4] Л. С. Охрименко, Б. Словинский, Б. Среднява, З. Стругальский, ОИЯИ, P1-9807, Дубна 1975.
- [5] З. Стругальский, ОИЯИ, P-796, Дубна 1961; O. Czyżewski, J. Danysz, Z. Strugalski, *Acta Phys. Pol.* **24**, 509 (1963).
- [6] Б. Словинский, ОИЯИ, P10-768, Дубна, 1974.
- [7] J. F. Grivaz, P. Davis, D. Fournier, J. Y. Grandpeix, J. J. Veillet, *Phys. Lett.* **61B**, 400 (1976).
- [8] Б. Словинский, *ЯФ*, 19, вып. 3595 (1974).
- [9] А. В. Тарасов, *ЭЧАЯ*, **7**, вып. 3 (1976).