

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

88-903

P1-88-903

А.У.Абдурахимов, Л.С.Охрименко, Б.Словинский

ИСПУСКАНИЕ ЖЕСТКИХ ГАММА-КВАНТОВ
В π^- Хе-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 3,5 ГэВ/с

1988

1. ВВЕДЕНИЕ

Большой интерес к процессам прямого образования жестких гамма-квантов (ГК) во взаимодействиях высокоэнергетических адронов и атомных ядер с ядрами обусловлен уникальной возможностью получить информацию о глюонной структурной функции адронов (например, ^{1, 2}). Как известно, преимущество таких фотонов над другими частицами состоит в том, что они рождаются на кварковом структурном уровне как сводобные частицы и практически не испытывают вторичных взаимодействий. Кроме этого, из общих положений КХД вытекают зависимости эффективного сечения рассматриваемого процесса от поперечного импульса $P_{\perp\gamma}$ фотона и отношение выхода этих фотонов, рождаемых во взаимодействиях адронов различного сорта ². Таким образом, экспериментальное исследование прямого испускания жестких фотонов в адронных процессах необходимо для проверки основ КХД. Имеются и другие необычные источники достаточно жестких ГК, в частности ядерное тормозное излучение. Вместе с тем, несмотря на определенные успехи в изучении $P_{\perp\gamma}$ -распределений ГК и зависимости отношения γ/π^0 от $X_T = 2P_{\perp\gamma}\sqrt{s}$ ^{1, 2}, эксперименты данного рода относятся к самым сложным, главным образом из-за наличия большого фона, создаваемого ГК от распада π^0 -мезонов (\sqrt{s} — энергия в системе центра масс взаимодействующих конститuentов). Этот фон трудно учесть достаточно корректно, если детектор ГК не охватывает полного телесного угла их эмиссии и не обладает достаточно высокой эффективностью их регистрации, что, как правило, имеет место на практике ^{1, 2}. Поэтому исключительно важно к изучению образования высокоэнергетических ГК привлекать, в частности, пузырьковые камеры, наполненные тяжелыми жидкостями, и в первую очередь ксеноновые пузырьковые камеры (например, ³). Но поскольку сечение обсуждаемого явления очень мало, то ценность такого рода экспериментов может состоять преимущественно в уточнении поведения фоновых эффектов в различных кинематических областях.

В настоящей работе проведено исследование распределений по поперечным импульсам $P_{\perp\gamma}$ ГК, испускаемым во взаимодействиях

$$\pi^- + \text{Xe} \rightarrow \gamma + \dots$$

(1)

при 3,5 ГэВ/с. Проанализирована, в частности, зависимость этих спектров от множественности π^0 -мезонов, которые являются основным источником высокоэнергетических ГК в реакции (1).

Целью работы является изучение лоренц-инвариантного сечения $E_\gamma \frac{d^3\sigma}{dP_\gamma^3}$ в интервале достаточно больших значений поперечного импульса ГК.

2. МЕТОД

В качестве экспериментального материала были использованы снимки с 180-литровой ксеноновой пузырьковой камеры (180 КПК) ИТЭФ (Москва). Эта камера ¹³ /, размеры которой равны 10x11x26 рад. дл ¹³ /, обладает близкой к 100% эффективностью регистрации ГК, энергию E_γ которых можно измерять с точностью $\Delta E_\gamma / E_\gamma \cong 0,1$ в интервале от нескольких МэВ до нескольких ГэВ.

Из 6302 случаев ранее измеренных π^- Хе-взаимодействий, отобранных при просмотре 25 тыс. снимков 180 КПК, было выделено 176 событий типа (1), сопровождающихся испусканием только одного ГК, в которых не наблюдались нейтральные странные частицы. Кроме этого, был проведен анализ событий



с образованием $m\pi^0$ -мезонов ($m = 1, 2, 3$). Их оказалось 1776. Здесь N_3 — число вторичных заряженных частиц, среди которых преобладают (>95%) π^\pm -мезоны с импульсом >50 МэВ/с и протоны с импульсом >200 МэВ/с (например, ¹⁴ /). Метод реконструкции π^0 -мезонов по измеренным характеристикам ГК описан в ¹⁵ /.

В каждом случае типа (1) разыгрывалась, по методу Монте-Карло, вероятность зарегистрировать второй ГК в предположении, что источником ГК, зарегистрированного на снимке, был π^0 -мезон. При этом использовались энергетические и угловые распределения ГК, взятые из событий (2). Было установлено, что эта вероятность в среднем составляет $0,92 \pm 0,02$, что хорошо согласуется с отношением числа событий с $N_\gamma = 1$ и $N_\gamma = 2$ (табл. 1), если дополнительно учесть, что в рассматриваемых событиях (1) отсутствуют зарегистрированные камерой нейтральные странные частицы. Следовательно, основным источником высокоэнергетических ГК из реакции (1) являются π^0 -мезоны, в то время как примесь других источников ГК не превышает нескольких процентов.

Таблица 1. Распределение π^- Хе-взаимодействий при 3,5 ГэВ/с по числу N_γ гамма-квантов и N_3 — заряженных частиц

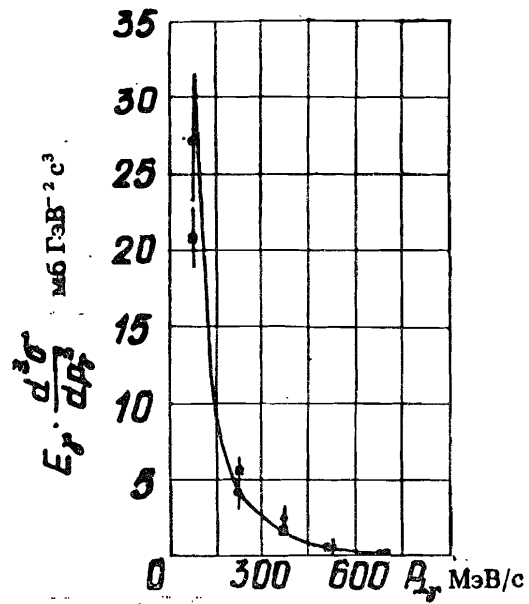
N_γ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0	2	212	258	342	312	252	242	260	211	174	116	75	41	11	10	2	1	2
1	12	13	40	45	60	47	48	40	30	18	16	5	6	1	—	—	—	—
2	28	107	214	288	287	266	185	197	135	103	46	30	9	8	1	—	—	—
3	6	19	38	48	49	51	24	38	27	25	10	3	3	—	1	—	—	—
4	14	58	109	131	119	104	66	57	43	30	8	4	2	1	—	—	—	—
5	1	6	17	20	8	17	12	14	5	2	—	1	—	—	—	—	—	—
6	7	19	26	40	31	27	19	15	6	5	1	—	—	—	—	—	—	—
7	1	1	7	1	4	4	3	4	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
8	1	7	10	13	7	5	6	3	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
9	—	1	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	1	3	2	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Всего	72	444	723	934	879	774	615	629	459	357	199	118	61	21	12	2	1	2

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГК ПО ПОПЕРЕЧНОМУ ИМПУЛЬСУ

На рисунке приведена зависимость лоренц-инвариантного эффективного сечения $E_\gamma \frac{d^3\sigma}{dP_\gamma^3}$ образования ГК в π^- Хе-взаимодействиях при 3,5 ГэВ/с от поперечного импульса ГК. Кружками отмечены ГК, сопровождающие взаимодействия (1), в которых были зарегистрированы одиночные ГК. Квадратами показано распределение ГК из событий (2), в которых по измеренным характеристикам вторичных ГК были восстановлены характеристики m π^0 -мезонов. В этом случае соответствующие сечения уменьшены (на рисунке) в 10 раз. Нетрудно заметить, что оба распределения имеют один и тот же вид, в пределах экспериментальных ошибок. Их можно описать степенной зависимостью

$$E_\gamma \frac{d^3\sigma}{dP_\gamma^3} \sim P_{1\gamma}^{-n},$$

где $n = 1,9 \pm 0,1$ при $\chi^2/\kappa \cong 3/2$.



Оказалось также, что $P_{1\gamma}$ распределения ГК из взаимодействий (2) с различным числом m вторичных π^0 -мезо-

Зависимость лоренц-инвариантного эффективного сечения образования гамма-квантов из реакции $\pi^- + \text{Xe}$ при 3,5 ГэВ/с от их поперечного импульса $P_{1\gamma}$. Кружки соответствуют $\pi^- + \text{Xe}$ -взаимодействиям, в которых зарегистрированы одиночные ГК. Квадраты относятся к ГК из реакции $\pi^- + \text{Xe} \rightarrow m\pi^0 + \dots$, $m = 1, 2, 3$, причем в этом случае значения

сечения $E_\gamma \frac{d^3\sigma}{dP_\gamma^3}$ уменьшены в 10 раз. Кривой изображена показательная функция $\sim P_{1\gamma}^{-n}$ ($n = 1,9 \pm 0,1$), аппроксимирующая экспериментальные данные ($\chi^2/\kappa \cong 3/2$).

раз. Кривой изображена показательная функция $\sim P_{1\gamma}^{-n}$ ($n = 1,9 \pm 0,1$), аппроксимирующая экспериментальные данные ($\chi^2/\kappa \cong 3/2$).

нов подобны при достигнутой точности (в основном, статистической) экспериментальных данных. В этом легко убедиться на основании результатов, помещенных в табл. 2, в которой приведены $P_{1\gamma}$ -распределения доли ГК от соответствующих взаимодействий (2).

Таблица 2. Вклад ГК из взаимодействий (2) в суммарное инклюзивное

$P_{1\gamma}$ -распределение ГК, $E_\gamma \frac{d^3\sigma}{dP_\gamma^3}$

$P_{1\gamma}$ m	0-150 МэВ/с	150-300	300-450	450-600	600-750	750-900	среднее
1	0,52± 0,02	0,56± 0,03	0,63± 0,06	0,62± 0,11	0,68± 0,23	0,55± 0,28	0,59± 0,06
2	0,35± 0,01	0,36± 0,02	0,29± 0,04	0,33± 0,07	0,32± 0,14	0,36± 0,21	0,34± 0,04
3	0,13± 0,01	0,09± 0,01	0,08± 0,02	0,05± 0,03		0,09± 0,09	0,09± 0,02
$E_\gamma \frac{d^3\sigma}{dP_\gamma^3}$	205,0± 12,0	56,3± 5,1	13,0± 1,5	3,5± 0,6	0,9± 0,2	0,4± 0,1	

(мб·ГэВ⁻²С³)

4. ВЫВОДЫ

На основании полученных нами результатов исследования инклюзивных распределений поперечных импульсов гамма-кванта, сопровождающих взаимодействия при 3,5 ГэВ/с, можно заключить, что лоренц-

инвариантное сечение $E_\gamma \frac{d^3\sigma}{dP_\gamma^3}$ удовлетворительно аппроксимируется

показательной функцией $P_{1\gamma}^{-n}$, где $n = 1,9 \pm 0,1$, независимо от множественности π^0 -мезонов, рожденных в этих взаимодействиях. Кроме того, установлено, что основным источником жестких одиночных ГК, испускаемых в π^- Хе-взаимодействиях, в которых не наблюдались нейтральные странные частицы, тоже являются π^0 -мезоны.

В заключение следует отметить, что полученная нами зависимость от $P_{1\gamma}$ сечения образования ГК высоких энергий в адрон-ядерных взаи-

модействиях, если она сохранит свой вид в области более высоких энергий и поперечных импульсов, представляет собой источник серьезных методических трудностей при инклюзивном исследовании процесса прямого образования жестких ГК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Aerbel T., Molson W.R. — *Rev. Mod. Phys.*, 1984, 56, No.2, p.181.
2. Turubull R.M. — *J. Phys. G. Nucl. Phys.*, 1988, 14, p.135.
3. Кузнецов Е.В. и др. — *ПТЭ*, 1970, №2, с.56.
4. Охрименко Л.С., Словинский Б., Стругальский З. — *ЯФ*, 1974, т.19, с.1262.
5. Словинский Б. — *ОИЯИ, P10-7681*, Дубна, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 декабря 1988 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

D13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
D2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30 к.
D1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
D17-84-850	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. (2 тома)	7 р. 75 к.
D11-85-791	Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985.	4 р. 00 к.
D13-85-793	Труды XII Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна, 1985.	4 р. 80 к.
D4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1985.	3 р. 75 к.
D3,4,17-86-747	Труды V Международной школы по нейтронной физике Алушта, 1986.	4 р. 50 к.
—	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984. (2 тома)	13 р. 50 к.
D1,2-86-668	Труды VIII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1986. (2 тома)	7 р. 35 к.
D9-87-105	Труды X Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1986. (2 тома)	13 р. 45 к.
D7-87-68	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Дубна, 1986.	7 р. 10 к.
D2-87-123	Труды Совещания "Ренормгруппа - 86". Дубна, 1986.	4 р. 45 к.
D4-87-692	Труды Международного совещания по теории малочастичных и кварк-адронных систем. Дубна, 1987.	4 р. 30 к.
D2-87-798	Труды VIII Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1987.	3 р. 55 к.
D14-87-799	Труды II Международного симпозиума по проблемам взаимодействия мюонов и пионов с веществом. Дубна, 1987.	4 р. 20 к.
D17-88-95	Труды IV Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1987.	5 р. 20 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу: 101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79. Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.