

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

A-838

P1-87-924

РАЗМЕРЫ ОБЛАСТИ ФОРМИРОВАНИЯ
КУМУЛЯТИВНЫХ ПИОНОВ И ПРОТОНОВ
ПО ДАННЫМ ДЛЯ pC -, pTa -
И π^- -С-ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ
ПРИ $P_p = 10$ ГэВ/с И $P_\pi = 40$ ГэВ/с

1987

Д. Армутлийски, В. Г. Гришин, Л. А. Диденко, И. А. Ивановская,
Т. Канарек, Е. Н. Кладницкая, Д. К. Копылова, В. Б. Любимов,
К. Миллер, В. Ф. Никитина, Я. Плюта, М. И. Соловьев, Р. Тогоо,
А. П. Чеплаков

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

Г. Е. Агакишиев, Р. Р. Мехтиев
Институт физики АН АзССР, Баку

Р. Н. Бекмирзаев, М. М. Муминов, У. Д. Шеркулов
Самаркандский государственный университет

А. Н. Соломин, Г. П. Тонеева, Л. М. Щеглова
Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ,
Москва

ВВЕДЕНИЕ

Сведения о размерах области формирования кумулятивных адронов являются существенной информацией для понимания механизма их образования. Эти размеры можно извлечь, например, из анализа двухчастичных корреляций кумулятивных адронов^{/1-3/}. С использованием этого подхода получены результаты по пространственно-временным характеристикам области образования кумулятивных протонов^{/4-6/}. Выяснилось, что размеры этой области практически не отличаются от размеров области образования всех вторичных протонов, и соизмеримы с размерами ядра мишени, из которого они испускаются. Данные о пространственных характеристиках источников образования кумулятивных пионов пока отсутствуют, хотя имеется много результатов по корреляциям вторичных заряженных и нейтральных пионов, образующихся в адрон-ядерных столкновениях, а также в e^+e^- -аннигиляциях^{/7-14/}.

В настоящей работе дана оценка размеров области испускания как кумулятивных пионов, так и протонов, на основе анализа двухчастичных корреляций этих адронов, образующихся в pC - и πC -взаимодействиях при $P_p = 10$ ГэВ/с и $P_{\pi^-} = 40$ ГэВ/с. При анализе корреляций, относящихся к протонам, были использованы также данные по pTa -взаимодействиям при $P_p = 10$ ГэВ/с. Принятая процедура анализа корреляций кумулятивных адронов использована для вторичных, некумулятивных протонов и π -мезонов, образующихся во взаимодействиях с испусканием хотя бы одного кумулятивного пиона или протона /адроны "сопровождения"/. Проведенная единой методикой оценка размеров области формирования кумулятивных адронов и частиц "сопровождения", позволяет представить картину образования вторичных адронов в целом и, возможно, понять отличия в механизме рождения кумулятивных адронов разного сорта /например, протонов и пионов/.

МЕТОДИКА

Для анализа использовался набор экспериментальных данных по pC -, pTa - и πC -взаимодействиям / $P_p = 10$ ГэВ/с, $P_{\pi^-} = 40$ ГэВ/с/, полученных с помощью 2-метровой пропановой камеры, облученной пучками протонов на ускорителе Лаборатории высоких энергий ОИЯИ и π^- -мезонов на ускорителе ИФВЭ /Серпухов/.

риал по pC-взаимодействиям получен в результате специального отбора событий, сопровождающихся испусканием хотя бы одного протона $/P_p > 380 \text{ МэВ/с/}$ или π^\pm -мезона $/P_\pi > 200 \text{ МэВ/с/}$ в интервале углов $\theta \geq 135^\circ$ или γ -кванта с энергией $E_\gamma > 100 \text{ МэВ}$ и углом испускания $\theta > 90^\circ$. Данные по π -столкновениям, так же как и по pTa, получены в результате отбора и измерений всех неупругих столкновений первичных частиц с ядрами углерода и тантала. Для анализа отбирались взаимодействия, имеющие хотя бы один пион с кумулятивным числом $\beta^0 > 0,6$ или протон с $\beta^0 > 1,2$. Здесь $\beta^0 = (E - P_{||}) / m_N / E$ и $P_{||}$ - энергия и продольный импульс рассматриваемого адрона в лабораторной системе координат, m_N - масса нуклона/. Методические подробности отбора, измерений и идентификации вторичных частиц в отобранных событиях описаны в работах /15, 16/. Использованная статистика взаимодействий приведена в табл.1.

Таблица 1. Статистика взаимодействий

Тип взаимодействия		Число событий с		
		$n_p \geq 1$	$n_{\pi^\pm} \geq 1$	$n_{\pi^0} \geq 1$
pC	$\rightarrow n_p p_k + \dots$	2004	1018	493
	$\rightarrow n_{\pi^\pm} \pi_k^\pm + \dots$	2738	1856	-
pTa	$\rightarrow n_{\pi^0} \pi_k^0 + \dots$	903	174	-

С целью увеличения числа комбинаций с кумулятивными пионами при анализе корреляций к ним были отнесены π -мезоны с кумулятивным числом $\beta^0 > 0,5$. Это уменьшение границы по β^0 с 0,6 до 0,5/ не меняет полученных в работе выводов по кумулятивным пионам.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Эффект интерференции тождественных бозонов проявляется в виде увеличения вероятности испускания пар этих частиц по сравнению со случаем отсутствия интерференции и выражается в виде отношения:

$$R(p_1, p_2) = \frac{D(p_1, p_2)}{D_0(p_1, p_2)}, \quad /1/$$

где P_1, P_2 - четырехимпульсы рассматриваемых частиц, $D(p_1, p_2)$ - плотность пар тождественных частиц в фазовом пространстве, $D_0(p_1, p_2)$ - плотность пар при отсутствии интерференции /фон/. Для описания эффекта в случае адрон-ядерных взаимодействий удобно пользоваться переменной $Q^2 = -(p_1 - p_2)^2$. При этом функция R принимает вид:

$$R = 1 + \lambda \exp(-Q^2 r_0^2), \quad /2/$$

где параметр r_0 связан со среднеквадратичным радиусом области испускания соотношением: $\langle r^2 \rangle^{1/2} = \sqrt{3} r_0$, λ - свободный параметр.

Количественно корреляционный эффект извлекался из анализа Q-зависимости отношения $R = N/N_\phi$, где N - число пар тождественных пионов в выбранных интервалах Q, N_ϕ - число фоновых комбинаций. По принятой методике /12/ это распределение аппроксимировалось выражением вида:

$$R(Q^2, r_0) = A(1 + \delta Q^2)(1 + \lambda e^{-4Q^2 r_0^2}). \quad /3/$$

Здесь A, δ, λ, r_0 - параметры аппроксимации. В качестве фона было взято распределение по Q пар нетождественных пионов, выбранных случайным образом из событий, имеющих по крайней мере два кумулятивных пиона /с $\beta^0 > 0,5$ /.

Распределение величин R в зависимости от Q двух тождественных кумулятивных π -мезонов из pC-и π -C-взаимодействий показано на рис.1.

Плавные кривые на этом рисунке - результат аппроксимации выражением /3/. Аналогичные распределения были получены для пар тождественных пионов "сопровождения"

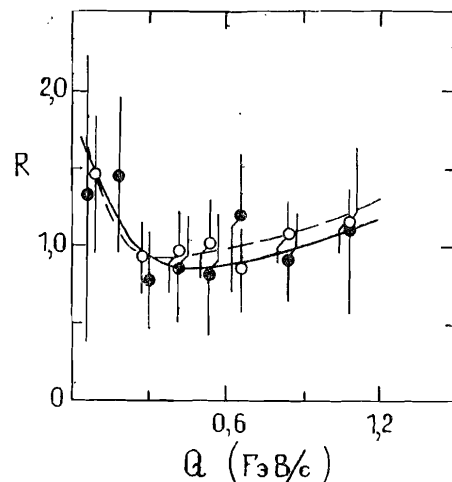


Рис.1. Q - зависимость отношения R для pC - /точки \bullet / и π -C-взаимодействий /точки \circ /. Сплошная кривая - результат аппроксимации формулой /3/ экспериментальных данных по pC-столкновениям, пунктир - для π -C-столкновений.

во всех событиях с кумулятивными π -мезонами $/с \beta^0 > 0,6/$, а также для π -мезонов в событиях с кумулятивными протонами $/с \beta^0 > 1,2/$ и кумулятивными π -мезонами $/с \beta^0 > 0,6/$. Значения параметров r_0 , полученных при аппроксимации экспериментальных распределений R выражением вида /3/, суммированы в табл.2. Видно, что значения параметра r_0 для кумулятивных π -мезонов оказываются меньше значений, соответствующих образованию пионов "сопровождения" в событиях самого разного сорта.

Таблица 2. Результаты для π -мезонов

Тип взаимодействия	Рассматриваемые частицы	r_0 (фм)	$\chi^2_{ст.св.}$	
pC } π^-C }	→ $n_\pi \pi_k + \dots$ ($n_\pi \geq 2$)	Кумулятивные пионы	1,0±0,7	0,9/4
			1,0±0,5	0,3/3
pC } π^-C }	→ $n_\pi \pi_k + \pi + \dots$ ($n_\pi \geq 1$)	π -мезоны сопровождения	2,2±0,7	43,9/11
			3,2±0,2	6,7/4
pC } π^-C }	→ $n_{\pi^0} \pi_k^0 + \pi + \dots$ ($n_{\pi^0} \geq 1$)		2,5±0,4	21/16
			2,2±0,4	22,9/16
pC } π^-C }	→ $n_p p_k + \pi + \dots$ ($n_p \geq 1$)		2,8±0,3	6,2/4

2. Размеры области испускания кумулятивных протонов были определены по величине отношения $R(k^*) = W/W_\phi$ в интервале значений k^* от 10 до 60 МэВ*. Здесь $k^* = 0,5 \sqrt{Q^2}$, W - число пар протонов в указанном интервале k^* , W_ϕ - число фоновых пар протонов в этом интервале. Фон был получен путем случайного комбинирования тех же протонов, но взятых из разных событий. Соответствующее теоретическое распределение, связывающее величину $R(k^*)$ с размерами области образования протонов /приведено на рис.2/ было получено на основе работ /3/. В этом подходе среднеквадратичный радиус области испускания $\langle r^2 \rangle^{1/2} = \sqrt{3} r_0$. Таким же способом сделаны оценки размеров области испускания протонов "сопровождения" в событиях с кумулятивными протонами

* Более подробно методика анализа двухпротонных корреляций изложена в работе /17/.

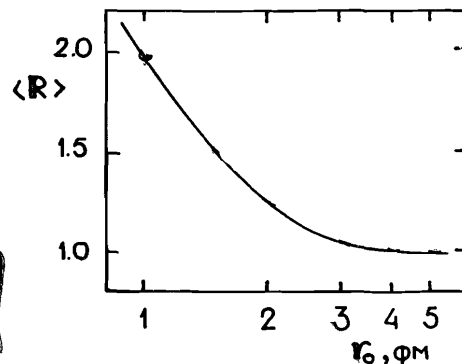


Рис.2. Теоретическая зависимость величин $\langle R \rangle$ от радиуса области формирования протонов (r_0).

$/с \beta^0 > 1,2/$ и кумулятивными заряженными и нейтральными π -мезонами $/с \beta^0 > 0,6/$. Полученные результаты для величины $\langle R \rangle$ и параметра r_0 приведены в табл.3. Обращает на себя внимание приближенное совпадение

размеров области испускания кумулятивных протонов и протонов "сопровождения" в событиях с этими протонами. В то же время получаются меньшие значения этих размеров для протонов "сопровождения" из событий с кумулятивными пионами.

Таблица 3. Результаты для протонов

Тип взаимодействия	Рассматриваемые частицы	$\langle R \rangle$	r_0 /фм/	
pC } π^-C }	→ $n_p p_k + \dots$ ($n_p \geq 2$)	Кумулятивные протоны	1,36±0,22	1,8 ^{+0,6} _{-0,3}
pC } π^-C }	→ $n_p p_k + p + \dots$ ($n_p \geq 1$)	Протоны "сопровождения"	1,12±0,10	2,5 ^{+0,6} _{-0,3}
pC } π^-C }	→ $n_\pi \pi_k + p + \dots$ ($n_\pi \geq 1$)	Протоны "сопровождения"	1,91±0,30	1,2 ^{+0,4} _{-0,1}
pC	→ $n_{\pi^0} \pi_k + p + \dots$ ($n_{\pi^0} \geq 1$)			

3. Из проделанного в работе анализа корреляций, относящихся к протонам, следует, что размеры области испускания кумулятивных протонов сравнимы с размерами области испускания всех остальных протонов. Исключением являются протоны "сопровождения" из событий с кумулятивными пионами, для которых размеры получаются меньшими.

Получены указания на то, что кумулятивные пионы испускаются из области меньших размеров, чем все остальные пионы, причем эти размеры сравнимы с размерами области испускания протонов

"сопровождения" в этих событиях. Для определенных выводов требуется увеличение статистики и более детальный анализ.

Авторы благодарны М.И.Подгорецкому за плодотворные обсуждения методики анализа корреляций, лаборантам, принимавшим участие в просмотре и измерениях, а также коллективу Сотрудничества по обработке снимков с 2-метровой пропановой камеры за обсуждения и помощь в получении экспериментальных данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Копылов Г.И., Подгорецкий М.И. - ЯФ, 1972, т.15, с.392.
2. Koonin S. - Phys. Lett., 1977, B10, p.43.
3. Ледницки Р., Любошиц В.Л. - ЯФ, 1982, т.35, с.1316.
Любошиц В.Л. - ЯФ, 1985, т.41, с.820.
4. Арефьев А.В. и др. - ЯФ, 1978, т.23, с.716.
5. Баюков Ю.Р. и др. - ЯФ, 1981, т.34, с.95.
6. Власов А.В. и др. - ЯФ, 1982, т.36, с.915.
7. Akhbabjan N. et al. - Z.Phys. C, 1983, v.18, p.97.
8. Breakstone A. et al. - Phys.Lett., 1985, v.162B, p.400.
9. Deutschman M. et al. - Nucl. Phys., 1982, v.204B, p.333.
10. Ангелов Н. и др. - ЯФ, 1981, т.33, с.1257.
11. De Marzo C. et al. - Phys.Rev. D, 1984, v.29, p.363.
12. Aihara H. et al. - Phys. Rev. D, 1985, v.31, p.996.
13. Althoff M. et al. - Z.Phys. C, 1986, v.30, p.355.
14. Гришин В.Г. и др. ОИЯИ, P1-86-585, Дубна, 1986.
15. Агакишиев Г.Н. и др. - ЯФ, 1986, т.44, с.1495; ЯФ, 1987, т.45, с.1676.
16. Абдурахимов А.У. и др. ОИЯИ, 1-6967, Дубна, 1973.
17. Bartke J. et al. - Z.Phys. A, 1986, v.327, p.443.

Рукопись поступила в издательский отдел
30 декабря 1987 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

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

D7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р.55 к.
D2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р.00 к.
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.
D10,11-84-818	Труды V Международного совещания по проблемам математического моделирования, программирования и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1983.	3 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.

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

ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Агакишиев Г.Н. и др.

P1-87-924

Размеры области формирования кумулятивных пионов и протонов по данным для pC^- , pTa^- и π^-C^- -взаимодействий при $P_p = 10$ ГэВ/с и $P_{\pi^-} = 40$ ГэВ/с

При помощи снимков с 2-метровой пропановой камеры проанализированы двухчастичные корреляции кумулятивных пионов и протонов в pC^- , pTa^- и π^-C^- -взаимодействиях при $P_p = 10$ ГэВ/с и $P_{\pi^-} = 40$ ГэВ/с. Получены указания на то, что кумулятивные пионы испускаются из области меньших размеров, чем все остальные пионы. Приблизительно из области тех же размеров испускаются сопутствующие протоны.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод Л.Н.Барабаш

Agakishiev G.N. et al.

P1-87-924

Sizes of Cumulative Pion and Proton Formation Region According to the Data on pC^- , pTa^- and π^-C^- -Interactions at $P_p = 10$ GeV/c and $P_{\pi^-} = 40$ GeV/c

Two-particle correlations of cumulative pions and protons in pC^- , pTa^- and π^-C^- -interactions at $P_p = 10$ GeV/c and $P_{\pi^-} = 40$ GeV/c have been analysed using pictures from the 2m propane bubble chamber. There are indications that the cumulative pions are emitted from a lesser size region than all the others. The accompanying protons are emitted approximately from the region of the same size.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1987