

e +

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна

1483/83

21/
P1-83-14/3-83

М.Карабова,* В.А.Лескин, К.Д.Толстов

ИМПУЛЬСЫ И БЫСТРОТЫ π^{\pm} -МЕЗОНОВ
И ПРОТОНОВ
В СТОЛКНОВЕНИЯХ ЯДЕР ^{12}C
С ЯДРАМИ ФОТОЭМУЛЬСИИ ПРИ 54 ГэВ/с

* Университет им. И.Шафарика, Кошице, ЧССР.

1983

В настоящей работе рассматриваются импульсные и угловые спектры вторичных релятивистских протонов и пионов, испускаемых при взаимодействии ядер ^{12}C с импульсом 54 ГэВ/с с ядрами фотоэмульсии, и распределения этих частиц по скорости. В работе использованы материалы, полученные при исследовании стандартных эмульсий типа БР-2, облученных ядрами ^{12}C на синхрофазотроне ОИЯИ^{1/}. Работа выполнена в ЛВЭ ОИЯИ и Университете им. И.Шафарика, г.Кошице, ЧССР.

Для проведения анализа были отобраны следы однозарядных релятивистских частиц, рожденных в неупругих взаимодействиях, из которых были измерены следы с углами наклона к плоскости фотоэмульсии, меньшими граничного $\alpha_{\text{ГР}}$, выбранного в ЛВЭ равным 7° и в г.Кошице - равным 5° . Ограничения на регистрацию следов с углами наклона учтены введением статистического веса $K = \pi/2 \arcsin(\sin \alpha_{\text{ГР}} / \sin \theta)$ для каждого следа. Величины $P\beta$ частиц в ЛВЭ определялись методом многократного кулоновского рассеяния в режиме полуавтоматической регистрации. Программа обработки данных измерений описана в^{2/}. Оснащение программы набором средств контроля и диагностики позволило следить за правильностью действий оператора и работы полуавтомата в целом. Из набора частиц с измеренными величинами $P\beta$ частицы, летевшие в конусе $\theta \leq 3^\circ$ и одновременно имевшие значения $P\beta > 2,25$ ГэВ/с, были отнесены к протонам из ядра-снаряда, т.е. к не испытывавшим неупругих взаимодействий частицам, и исключены из рассмотрения. Суммарный спектр $P\beta$ приведен на рис.1 /сплошная линия/. Для сравнения на этом же рисунке показан аналогичный спектр, полученный при исследовании взаимодействий протонов с импульсом 4,5 ГэВ/с с ядрами фотоэмульсии /пунктирная линия/, полученный на основе экспериментального материала работы^{3/}. Средние значения $P\beta$ для протонного и углеродного распределений оказались соответственно равными:

$$\langle P\beta \rangle_p = 1,26 \pm 0,07 \text{ ГэВ/с}; \quad \langle P\beta \rangle_{^{12}\text{C}} = 1,38 \pm 0,07 \text{ ГэВ/с}.$$

Последующий анализ проведен относительно протонов, испытывавших взаимодействия, и π^\pm -мезонов. Это условие выполняется введением ограничения $P < 4,0$ ГэВ/с при отборе частиц. Средние значения $P\beta$ для выделенных таким образом протонов и пионов из протонного и углеродного распределений равны соответственно:

$$\langle P\beta_{\pi,p} \rangle_p = 1,13 \pm 0,06 \text{ ГэВ/с}; \quad \langle P\beta_{\pi,p} \rangle_{^{12}\text{C}} = 1,09 \pm 0,05 \text{ ГэВ/с}.$$

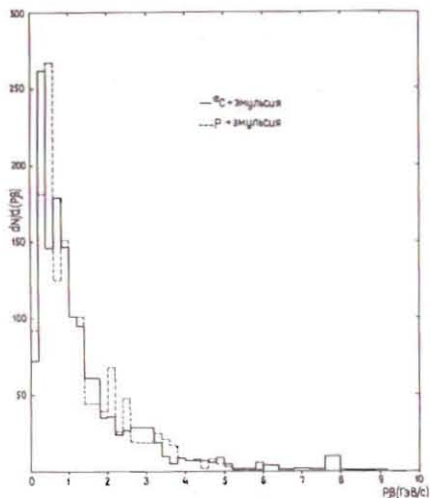


Рис.1. Спектры $P\beta$ π^\pm -мезонов, протонов и дейтронов для взаимодействий ядер ^{12}C и протонов с ядрами фотоэмульсии при импульсе $P_p = 4,5$ ГэВ/с на нуклон.

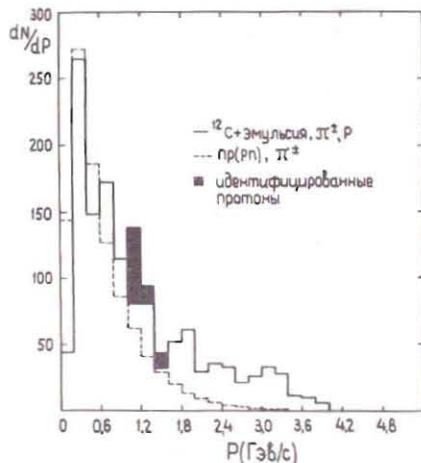


Рис.2. Импульсный спектр π^\pm -мезонов и протонов для взаимодействий $^{12}\text{C} + \text{Em}$ при $P_{^{12}\text{C}} = 54$ ГэВ/с.

В интервале $0,68 \leq P\beta \leq 1,2$ ГэВ/с в случае изучения ядер ^{12}C вторичные частицы были разделены на протоны и π^\pm -мезоны путем проведения ионизационных измерений на исследуемых и реперных /протоны с $P\beta = 4$ ГэВ/с/ следах и использования эталонных зависимостей вида $g/g_0 = f(P\beta)$, соответствующих природе исследуемых частиц. Величина g/g_0 - относительная ионизация на измеряемом следе. На рис.2 дано суммарное импульсное распределение протонов и π^\pm -мезонов, рожденных в неупругих столкновениях ядер с ядрами эмульсии /сплошная линия/, вклады идентифицированных протонов показаны черными прямоугольниками. В интервале распределения $1 < P \leq 1,2$ ГэВ/с идентифицированы все частицы. В интервале $1,2 < P \leq 1,6$ ГэВ/с однозначно были идентифицированы только некоторые частицы, т.к. кривые ионизационных потерь для протонов и пионов сближаются при $P\beta > 1$ ГэВ/с. Величины импульсов были определены по значениям $P\beta$ при некоторых заключениях о соответствии следов тому или иному классу частиц. Частицы с $P\beta \leq 0,68$ ГэВ/с являются π^\pm -мезонами, так как используемое в качестве критерия отбора релятивистских следов соотношение $g/g_0 < 1,4$ для релятивистских протонов соответствует значениям $P\beta > 0,68$ ГэВ/с. С учетом результатов ионизационных измерений предварительно частицы с $P\beta < 1,4$ ГэВ/с считались пионами /за исключением идентифицированных протонов/, частицы с $P\beta > 1,4$ ГэВ/с и идентифицированные протоны были отнесены к группе протонов. При таком раз-

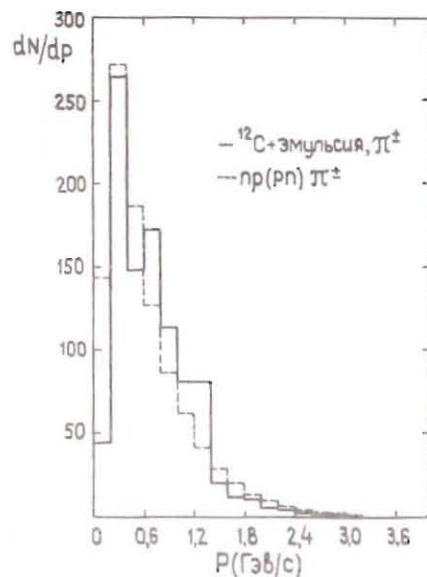
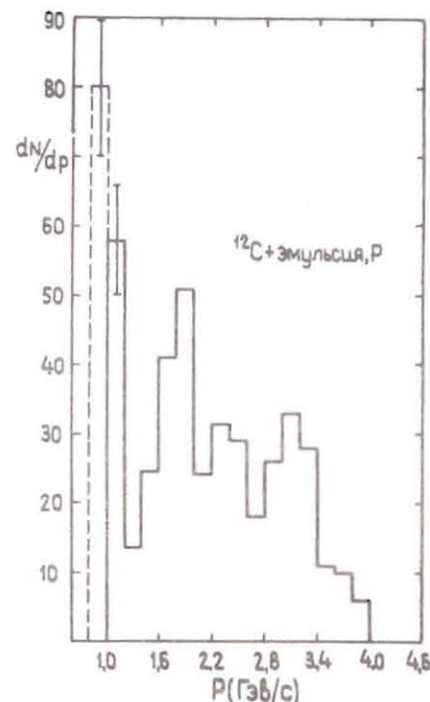


Рис.3. Спектр π^\pm -мезонов для взаимодействий $^{12}\text{C} + \text{Em}$ при $P_{^{12}\text{C}} = 54$ ГэВ/с.

Рис.4. Спектр протонов для взаимодействий $^{12}\text{C} + \text{Em}$ при $P_{^{12}\text{C}} = 54$ ГэВ/с.



деления частиц средний импульс π^\pm -мезонов равен: $\langle P_\pi \rangle_{^{12}\text{C}} = 0,64 \pm 0,03$ ГэВ/с. Для уточнения это распределение было сопоставлено со спектром π^\pm -мезонов, полученным на основе материалов работ^{4,5/} по изучению инклюзивных реакций $pn \rightarrow \pi^\pm + X$ при импульсе налетающего нейтрона, равном: $P_n = 4,46$ ГэВ/с. На рис.2 пунктирной линией представлен спектр инклюзивных пионов, отнормированный по части углеродного импульсного спектра, содержащей только идентифицированные пионы. Средний импульс π^\pm -мезонов, оцененный для этого распределения, оказался равным $\langle P_\pi \rangle_n = 0,64 \pm 0,03$ ГэВ/с. После предварительного разделения частиц результаты были использованы для более точной идентификации и получения импульсных спектров вторичных протонов и π -мезонов во взаимодействиях ядер ^{12}C с ядрами фотоэмульсии. Уточнение спектров проведено в области перекрытия импульсного распределения пионов и протонов, содержащей неидентифицированные частицы, с использованием спектра инклюзивных пионов. Уточненные импульсные спектры π^\pm -мезонов и протонов даны соответственно на рис.3,4. Причем на рис.4 добавлен интервал импульсов $0,8 \pm 1$ ГэВ/с, взятый

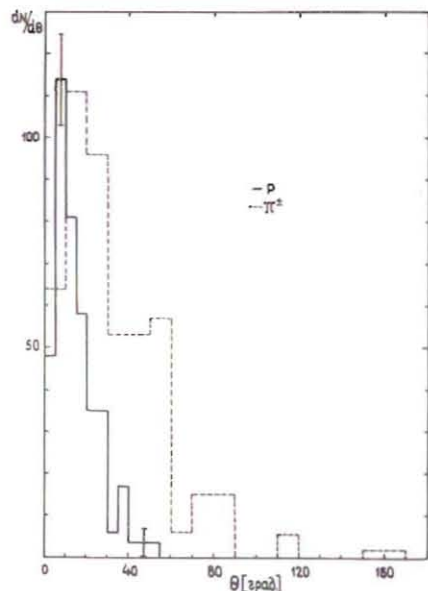
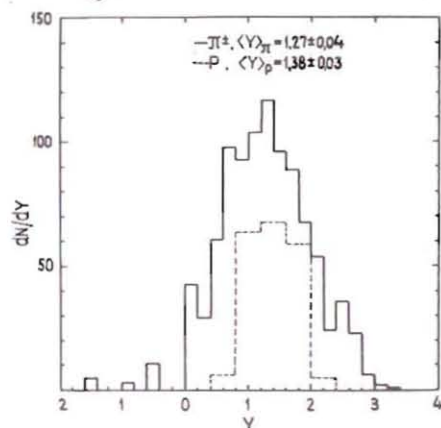


Рис.5. Угловые распределения протонов и π^\pm -мезонов.

Рис.6. Распределения протонов и π^\pm -мезонов по быстроте.



из работы /7/, полученный для спектра протонов в ионизационных измерениях. Этот интервал показан пунктирной линией. Можно заметить, что результаты, приведенные на рис.4, находятся в согласии. Среднее значение импульса для спектра π^\pm -мезонов /рис.3/ равно: $\langle P_\pi \rangle_{12C} = 0,71 \pm 0,03$ ГэВ/с, для протонов (без интервала $0,8 \pm 1$ ГэВ/с) $\langle P_p \rangle_{12C} = 2,22 \pm 0,06$ ГэВ/с. Представленный на рис.2 сплошной линией спектр является уточненным суммарным импульсным спектром протонов и пионов. На рис.5 дано распределение протонов и π^\pm -мезонов по пространственному углу вылета θ . Средние величины углов вылета, найденные для этих распределений, равны: $\langle \theta_p \rangle_{12C} = 15 \pm 1^\circ$, $\langle \theta_\pi \rangle_{12C} = 22 \pm 2^\circ$. На рис.6 представлены распределения

протонов и π^\pm -мезонов по быстроте $Y = \frac{1}{2} \ln \frac{E+P}{E-P}$, получен-

ные на основании проведенного разделения. Распределение протонов показано пунктиром. Средние значения быстрот равны соответственно $\langle Y_p \rangle_{12C} = 1,38 \pm 0,03$; $\langle Y_\pi \rangle_{12C} = 1,27 \pm 0,04$. Сопоставление угловых и быструтных распределений протонов и пионов указывает на близость средних быстрот $\langle Y_p \rangle_{12C}$ и $\langle Y_\pi \rangle_{12C}$ при существенных различиях в угловых распределениях. При сравнении величин $\langle P\beta_\pi \rangle_n$ и $\langle P\beta_p \rangle_{12C}$ можно отметить незначительное смещение спектра пионов в случае исследования ядер ^{12}C в сторону больших энергий и совпадение величин $\langle P\beta_{\pi,p} \rangle_p$ и $\langle P\beta_{\pi,p} \rangle_{12C}$ в пределах приведенных в работе ошибок. Таким образом, имеет место некоторая зависимость энергий вторичных протонов и пионов от массы ядра-снаряда.

В заключение авторы выражают благодарность А.Абдивалиеву, А.В.Никитину и Ю.А.Трояну за консультации и помощь в работе, а также И.И.Сосильниковой за проведение измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марин А. и др. ЯФ, 1979, 29, с.105.
2. Лескин В.А. и др. ОИЯИ, 10-80-300, Дубна, 1980.
3. Банник Б.П. и др. ОИЯИ, P1-13055, Дубна, 1980.
4. Абдивалиев А. и др. ОИЯИ, P1-81-437, Дубна, 1981.
5. Абдивалиев А. и др. ОИЯИ, 1-8565, Дубна, 1975.
6. Абдивалиев А. и др. ОИЯИ, P1-82-507, Дубна, 1982.
7. Антончик В.А. и др. ОИЯИ, P1-12111, Дубна, 1979.

Рукопись поступила в издательский отдел
11 января 1983 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

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

ДЗ-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
Д1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
Д17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
Д1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
Р18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
Д2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
Д9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
ДЗ,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.

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

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

Карабова М., Лескин В.А., Толстов К.Д.

P1-83-14

Импульсы и быстроты π^{\pm} -мезонов и протонов
в столкновениях ядер ^{12}C с ядрами фотоэмульсии при 54 ГэВ/с

Сообщаются результаты определения импульсных спектров и быстрот во взаимодействии с ядрами фотоэмульсии ядер ^{12}C при импульсе 4,5 ГэВ/с на нуклон. Средние значения быстрот равны соответственно: $\langle Y_p \rangle_{^{12}\text{C}} = 1,38 \pm 0,03$; $\langle Y_{\pi} \rangle_{^{12}\text{C}} = 1,27 \pm 0,04$. Приводятся сравнения с данными для аналогичных взаимодействий протонов, а также для нейтрон-протонных взаимодействий при том же импульсе.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Karabova M., Leskin V.A., Tolstov K.D.

P1-83-14

π^{\pm} -Meson and Proton Momenta and Rapidities
in the Interactions of ^{12}C with Photoemulsion Nuclei at 54 GeV/c

Data are presented on the measurement of momentum spectra and rapidities in the interactions of ^{12}C nuclei with photoemulsion for 4.5 GeV/c per nucleon momentum. The average rapidities of π^{\pm} -mesons and protons are equal to $\langle Y_{\pi} \rangle_{^{12}\text{C}} = 1.27 \pm 0.04$ and $\langle Y_p \rangle_{^{12}\text{C}} = 1.38 \pm 0.03$. A comparison is made with data for similar interactions of protons and also for neutron-proton interactions at the same momentum.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой.