

УГЛОВЫЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ВТОРИЧНЫХ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В ПИОН-НУКЛОННЫХ И
ПИОН-ЯДЕРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 17 ГЭВ/С

Н. В. Масленникова, Т. А. Мельничук, М. И. Третьякова

УДК 539.171.017

С помощью эмульсий, облученных π^- -мезонами с импульсом 17 Гэв/с в импульсном магнитном поле, исследовались множественность, угловые и энергетические характеристики вторичных заряженных частиц при взаимодействии π^- -мезонов с легкими и тяжелыми ядрами фотоэмульсии.

В работе использовалась стопка эмульсионных слоев типа Ильфорд G-5 (диаметр 6 см, толщина слоя 60 мкм), облученных в пучке π^- -мезонов с импульсом 17 Гэв/с на ускорителе в ЦЕРН'е. Облучение проводилось в импульсном магнитном поле $H=165$ кэ. Эксперимент описан в работах /1,2/.

Множественность

В табл. I приведены средние значения числа релятивистских заряженных частиц n_s , серых n_g , черных n_b и $N_h = n_g + n_b$. Распределения n_s , n_g , n_b , N_h для тех же групп взаимодействий приведены в работе /1/.

Из анализа приведенных средних значений следует, что значение $\langle n_s \rangle$ для группы π^-N ("квазинуклонная", из которой исключены когерентные взаимодействия) в пределах погрешностей эксперимента согласуется с данными пузырьковой водородной камеры /3/ $\langle n_s \rangle = 4,19 \pm 0,05$. Множественности $\langle n_s \rangle$ для π^-N , "легких" и "Т1" близки, $\langle n_s \rangle$ группы "Т2" сильно отличается. В таблице для сравнения приведены результаты /4/ расчета по каскадной теории с учетом эффекта уменьшения плотности ядерного вещества (эффект "trailing") для взаимодействия мезонов 17 Гэв/с с тяжелыми ядрами фотоэмульсии. Число быстрых частиц $\langle n_s \rangle$ хорошо согласуется с результатами расчета, однако значения n_g и N_h расходятся с теорией.

Таблица I

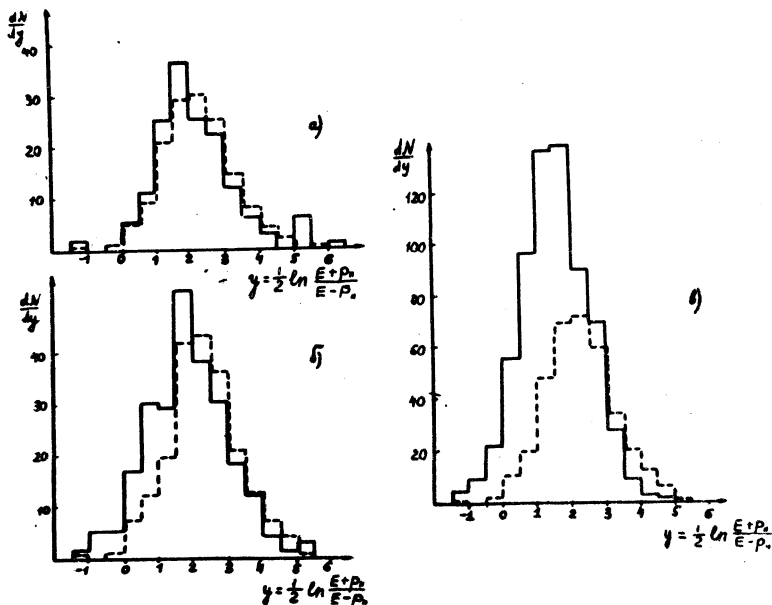
| | $\langle n_s \rangle$ | $\langle n_p \rangle$ | $\langle n_b \rangle$ | $\langle N_n \rangle$ | Число взаимодей. |
|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|
| "Квазинуклонные" | $3,9 \pm 0,3$ | $0,22 \pm 0,03$ | 0 | $0,22 \pm 0,03$ | 64 |
| π^-N | $4,0 \pm 0,3$ | $0,25 \pm 0,03$ | 0 | $0,25 \pm 0,03$ | 58 |
| "Легкая" | $4,2 \pm 0,4$ | $0,6 \pm 0,1$ | $2,9 \pm 0,3$ | $3,5 \pm 0,3$ | 37 |
| "T=T ₁ +T ₂ " | $6,2 \pm 0,3$ | $2,3 \pm 0,3$ | $7,7 \pm 0,4$ | $10,0 \pm 0,5$ | 144 |
| "T ₁ " | $4,5 \pm 0,4$ | $0,72 \pm 0,09$ | $2,0 \pm 0,1$ | $2,7 \pm 0,2$ | 54 |
| "T ₂ " | $7,1 \pm 0,3$ | $3,3 \pm 0,1$ | $11,0 \pm 0,4$ | $14,3 \pm 0,4$ | 90 |
| CNO | $4,1 \pm 0,4$ | $0,45 \pm 0,04$ | $1,9 \pm 0,3$ | $2,4 \pm 0,3$ | 56 |
| AgBr | $5,7 \pm 0,3$ | $2,0 \pm 0,3$ | $6,5 \pm 0,4$ | $8,5 \pm 0,5$ | 179 |
| Все ядра | $5,3 \pm 0,3$ | $1,5 \pm 0,2$ | $5,0 \pm 0,4$ | $6,5 \pm 0,4$ | 245 |
| Теория /4/ (AgBr) | 5,9 | 4,2 | | 12,6 | |

Если зависимость $\langle n_s \rangle$ от A представить в виде $\langle n_s \rangle = aA^\alpha$, то по трем точкам получаются значения $a = 4,0 \pm 0,3$, $\alpha = 0,06 \pm 0,01$. Отношение $\langle n_s \rangle_{AgBr} / \langle n_s \rangle_{CNO}$, полученное в нашем эксперименте, равно $1,4 \pm 0,1$, что соответствует $\alpha = 0,18 \pm 0,03$ при переходе от AgBr к CNO.

Угловые характеристики

На рис. I приведены угловые распределения вторичных заряженных частиц в шкале $y = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{E + p_{||}}{E - p_{||}} \right)$ по всем группам взаимодействий. Из анализа распределений следует, во-первых, что для событий "квазинуклонной", "легкой" и группы "тяжелой T₁" наблюдается асимметрия вперед вылета вторичных заряженных адронов в системе центра масс, которая связана главным образом, как показывает анализ

угловых распределений для различных n_{α} , с малыми множественностями (вплоть до $n_{\alpha} = 5$). При энергиях 40 Гэв/с и 60 Гэв/с для π^-N взаимодействий асимметрия вперед наблюдается до больших множественностей (при энергии 40 Гэв/5/ до $n_{\alpha} = 6$, при 60 Гэв /6/



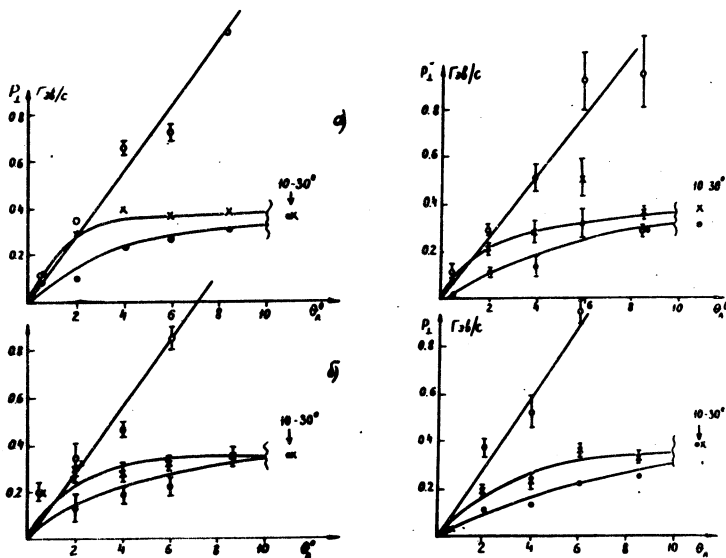
Р и с. 1. Угловые распределения вторичных адронов, а) "Легкая"; б) "Т1"; в) "Т2". Для сравнения показаны угловые распределения для π^-N , нормированные по числу звезд

до $n_{\alpha} = 8$). Во-вторых, передние конусы, связанные с генерацией быстрых частиц в случае пион-ядерных и пион-нуклонных взаимодействий, близки, в то время как задние конусы различаются, особенно существенно для группы "тяжелая Т2". Для группы "Т2" избыток частиц заднего конуса составляет 3 на звезду, что, возможно, связано с вторичными взаимодействиями адронов внутри ядра.

Импульсные характеристики

Импульсы вторичных заряженных частиц измерялись для всех частиц с $\theta_L < 12^\circ$. Кроме этого, были измерены импульсы частиц

с $12^\circ < \theta_{\text{д}} < 90^\circ$, имеющие угол погружения в эмульсию $\alpha \leq 6^\circ$. Импульсы этих частиц были использованы для нахождения среднего поперечного импульса и его зависимости от угла. На рис.2 приве-



Р и с. 2. Зависимость среднего поперечного импульса от угла вылета вторичных адронов. а) π^-N ; б) "Легкая"; в) "Т1"; г) "Т2";
 X - все события; о - э.в.ч.; . - остальные

дена зависимость p_{\perp} от угла для всех групп взаимодействий. Из рисунка видно, что зависимость p_{\perp} от угла заметно отличается для энергетически выделенных заряженных частиц (т.е. частиц, уносящих $> 30\%$ энергии первичной частицы) и для остальных частиц. Средние значения $\langle p_{\perp} \rangle$ для э.в.ч. и $\langle p_{\perp} \rangle$ для всех частиц и для всех групп взаимодействий приведены в таблице 2.

Если $\langle p_{\perp} \rangle$ для всех частиц в пределах погрешностей эксперимента одинаково, то $\langle p_{\perp} \rangle$ для э.в.ч. группы "Т2" несколько больше, что можно объяснить вторичным взаимодействием э.в.ч. Анализ зависимости p_{\perp} от угла отдельно для отрицательных и положитель-

ных адронов показал, что в пределах погрешностей эксперимента значения $\langle p_1 \rangle$ одинаковы, за исключением углов $\theta_L > 30^\circ$, где наблюдается некоторый избыток положительных адронов с большим p_1 (≥ 1 Гэв), что, вероятно, связано с наличием быстрых протонов отдачи.

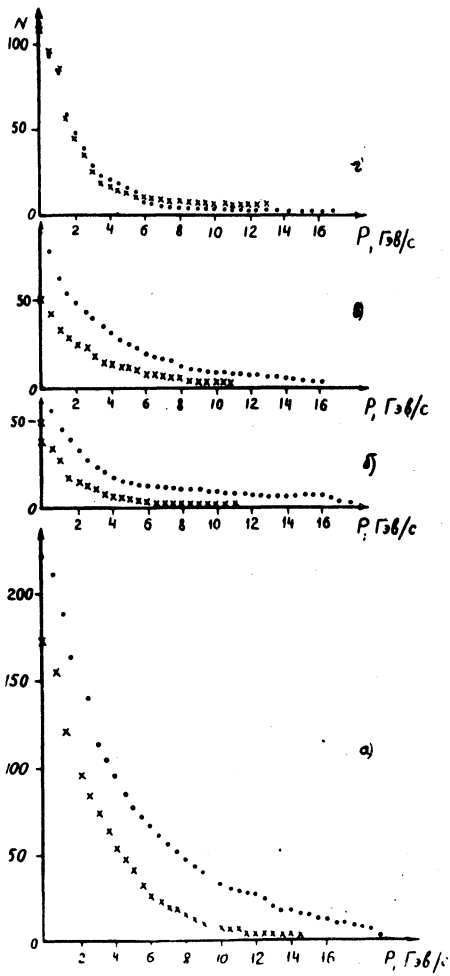
Таблица 2

| | $\langle p_1 \rangle$ для э.в.з.ч. | $\langle p_1 \rangle$ для всех частей | $\langle p_1 \rangle$ для всех (без э.в.з.ч.) |
|----------|---------------------------------------|---|---|
| π^-N | $0,51 \pm 0,03$ | $0,35 \pm 0,01$ | $0,29 \pm 0,01$ |
| "Легкая" | $0,40 \pm 0,05$ | $0,33 \pm 0,02$ | $0,31 \pm 0,02$ |
| "Т1" | $0,52 \pm 0,06$ | $0,35 \pm 0,01$ | $0,28 \pm 0,02$ |
| "Т2" | $0,70 \pm 0,1$ | $0,34 \pm 0,02$ | $0,28 \pm 0,02$ |

Таблица 3

| | Число э.в.з.ч. | | Число э.в.з.ч. на "звезду" | $\langle p_1 \rangle$, Гэв/с, для э.в.з.ч. | | $\langle \theta_L \rangle$ для э.в.з.ч. |
|----------|-------------------|----|----------------------------------|--|-----------------|---|
| | - | + | | - | + | |
| π^-N | 67 | 31 | $0,7 \pm 0,1$ | $10,88 \pm 0,05$ | $7,69 \pm 0,05$ | $3,5 \pm 0,2$ |
| "Легкая" | 15 | 6 | $0,6 \pm 0,2$ | $10,7 \pm 0,1$ | $7,6 \pm 0,1$ | $2,5 \pm 0,4$ |
| "Т1" | 23 | 10 | $0,6 \pm 0,2$ | $9,00 \pm 0,09$ | $7,1 \pm 0,1$ | $3,7 \pm 0,4$ |
| "Т2" | 12 | 11 | $0,2 \pm 0,1$ | $7,9 \pm 0,1$ | $8,3 \pm 0,1$ | $5,2 \pm 0,6$ |

В таблице 3 приведены значения $\langle p_1 \rangle$ для отрицательных и положительных э.в.з.ч., а также число э.в.з.ч. В группах π^-N , "легкая", "Т1" есть избыток отрицательных э.в.ч., что связано, по-видимому, с наличием "сохранившейся" частицы. Отсутствие такого избытка в группе "Т2" можно объяснить повторным взаимодействием "сохранившейся" частицы.



Р и с. 3. Интегральные распределения импульсов для отрицательных (•) и положительных адронов (x). а) π^-N ; б) "Легкая"; в) "Т1"; г) "Т2"

На рис. 3 приведены интегральные распределения измеренных импульсов*) отрицательных и положительных адронов. Из рис.3 следует, что распределения импульсов для отрицательных и положительных адронов различаются для групп π^-N , "легкая", "T1". Совпадение распределений для группы "T2" можно объяснить тем, что "сохранившаяся" частица провзаимодействовала вторично.

Кроме этого, была определена доля энергии β , уносимая заряженными вторичными адронами в интервале быстрот $y > 2,5$, т.е. в той области, где распределения по быстротам для π^-N и π^- -адро близки друг к другу (см.рис.1).

Таблица 4

| | β | | $\langle n_s' \rangle$ |
|----------|-----------------|-----------------------------|------------------------|
| | I Все адроны | II без отрицательных э.в.ч. | |
| π^-N | $0,50 \pm 0,03$ | $0,23 \pm 0,02$ | $1,45 \pm 0,08$ |
| "Легкая" | $0,45 \pm 0,06$ | $0,19 \pm 0,04$ | $1,3 \pm 0,2$ |
| "T1" | $0,42 \pm 0,04$ | $0,18 \pm 0,03$ | $1,4 \pm 0,1$ |
| "T2" | $0,23 \pm 0,03$ | $0,16 \pm 0,02$ | $0,95 \pm 0,09$ |

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что значения β (см.табл.4) в случае I близки для первых трех групп. В группе "T2" это значение отличается примерно в 2 раза, что находится в согласии с тем обстоятельством, что в группе "T2" нет избытка отрицательных э.в.ч. При исключении отрицательных э.в.ч. β становится в пределах погрешностей эксперимента приблизительно одинаковым для всех групп.

В таблице 4 приведены также значения средних множественностей $\langle n_s' \rangle$ вторичных заряженных адронов для случая I. В группе "T2" не хватает 0,5 частицы на звезду в интервале $y > 2,5$,

*) Введение геометрических поправок для неизмеренных импульсов изменяет распределение в области малых импульсов вплоть до 2 Гэв/с.

что, возможно, связано со вторичным взаимодействием первичного π^- -мезона.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность Воробьевой Е. Ф., Крупецковой Е. А., Турчиной М. В. за трудоемкие измерения и помощь в оформлении работы.

Поступила в редакцию
8 апреля 1974 года

Л и т е р а т у р а

1. Н. В. Масленникова, Т. А. Мельничук, М. И. Третьякова, М. М. Чернявский. Доклад на 8-й Международной конференции по ядерной фотографии и твердым трековым детекторам, 1972 г., Бухарест, т. I, стр. 132.
2. Н. В. Масленникова, Т. А. Мельничук, М. И. Третьякова. Краткие сообщения по физике ФИАН № 2, 16, (1974).
3. Aachen-Berlin-Bonn-Cern-Heidelberg-Warsaw Collaboration. Nucl. Phys., 13B, 571 (1969).
4. S. M. Eliseev, J. M. Kohly. Nucl. Phys., B59, 128 (1973).
5. А. У. Абдурахимов, Н. Ангелов и др. ОИИИ, Р-1-6326, Дубна, 1972 г.
6. Совместная работа Алма-Ата - Будапешт - Краков - Дубна - Москва (ФИАН - МГУ) - София - Ташкент - Улан-Батор. Сообщение ОИИИ Р1 - 5072, 1970 г.