

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

P1-86-109

Д.К.Копылова, В.Б.Любимов, В.Ф.Никитина,  
Р.Тогоо, Д.Тувдендорж, У.Д.Шеркулов\*

УГЛОВАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ПАРАМЕТРОВ НАКЛОНА  
ИНВАРИАНТНЫХ ИНКЛЮЗИВНЫХ СЕЧЕНИЙ  
ОБРАЗОВАНИЯ КУМУЛЯТИВНЫХ АДРОНОВ  
В  $p$ -С-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 10 ГэВ/с  
И  $\pi$ -С-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 40 ГэВ/с

---

\* Самаркандский государственный  
университет

1986

1. В работе исследовалась угловая зависимость значений параметра  $\langle \beta^0 \rangle$ , полученных при аппроксимации инвариантных инклюзивных сечений образования кумулятивных  $\pi^-$ -мезонов и протонов в  $pC^-$  и  $\pi^-C^-$ -взаимодействиях /при 10 и 40 ГэВ/с соответственно/ выражением вида

$$\rho \equiv E \frac{d^3\sigma}{dp^3} = V \exp(-\beta^0 / \langle \beta^0 \rangle), \quad /1/$$

где  $\beta^0 = (E - P_{||})/m_N$ . Здесь  $E$  и  $P_{||}$  - полная энергия и продольный импульс кумулятивного адрона в лабораторной системе координат /ЛСК/,  $m_N$  - масса нуклона.

В настоящее время данных по угловой зависимости структурных функций ( $\rho$ ) кумулятивных адронов <sup>1-5/</sup> явно недостаточно. В особенности это относится к случаю образования кумулятивных пионов. Кроме того, сравнение результатов, полученных для адрон-углеродных взаимодействий, различающихся по значениям инвариантной удельной энергии ( $\epsilon$ )\* в  $\sim 29$  раз, дает дополнительную информацию о масштабных эффектах в кумулятивных взаимодействиях, представления о которых в настоящее время базируются, в основном, на анализе инклюзивных спектров кумулятивных адронов, измеренных под определенным углом /см., например, <sup>6,7/</sup> /.

2. Полученные в данной работе результаты имеют и чисто методическое значение. Фактически спектры кумулятивных адронов анализировались в функции переменной ( $\beta^0$ ), зависящей как от импульсов, так и от углов испускания этих адронов. Такие исследования требуют, вообще говоря, условий  $4\pi$ -геометрии с тем, чтобы эксперимент "захватывал" полный фазовый объем по импульсам и углам для рассматриваемого интервала значений переменной  $\beta^0$ . Поэтому полученные результаты могут дать ответ на чисто методический вопрос о возможности анализа спектров кумулятивных адронов, измеренных под определенным углом, в зависимости от таких переменных, как  $\beta^0$ .

3. Работа выполнена при помощи 2-метровой пропановой камеры ЛВЭ ОИЯИ, облученной пучком протонов с импульсов 10 ГэВ/с на синхрофазотроне ОИЯИ, а также пучком  $\pi^-$ -мезонов / $P_{\pi^-} = 40$  ГэВ/с/ на синхрофазотроне ИФВЭ /Протвино/. На снимках, полученных при

\* Здесь  $\epsilon = (P_I \cdot P_{II})/(m_I \cdot m_{II})$  где  $P_I, P_{II}$  - четырехимпульсы сталкивающихся объектов.

облучении камеры пучком  $\pi^-$ -мезонов, отбирались и измерялись все неупругие  $\pi^-$ -взаимодействия  $\approx 9000$  событий/, в случае облучения камеры протонами поиск и отбор были ограничены только классом событий, сопровождающихся испусканием в интервале углов задней полусферы в ЛСК с  $\theta > 135^\circ$  протонов с импульсом  $P_p > 380$  МэВ/с и  $\pi^\pm$ -мезонов с  $P_\pi > 200$  МэВ/с  $\approx 2000$  событий/. Подробности о критериях отбора событий и их обработки можно найти в работах /8,9/.

4. При построении спектров кумулятивных адронов ко всем событиям /полученным при облучении как  $\pi^-$ -мезонами, так и протонами/ были применены одинаковые критерии отбора, а именно: требовалось, чтобы событие имело хотя бы один протон с импульсом  $P_p > 380$  МэВ/с или  $\pi^\pm$ -мезон с импульсом  $P_\pi > 200$  МэВ/с, испущенный в интервал телесных углов задней полусферы в ЛСК с  $\theta > 135^\circ$ . При этом вводились поправки для частиц, вылетающих в камере под большими "глубинными" углами  $\phi$  вверх или вниз, которые были связаны с ухудшением условий измерения и идентификации таких частиц. Эти поправки были получены на основе анализа распределений исследуемых частиц по азимутальному углу /углу в плоскости, перпендикулярной направлению первичной частицы/.

Среди кумулятивных пионов для анализа были использованы только  $\pi^-$ -мезоны, так как они идентифицируются однозначно.

5. Инвариантные инклюзивные сечения образования кумулятивных  $\pi^-$ -мезонов и протонов в pC-и  $\pi^-$ C-взаимодействиях исследованы для пяти одинаковых интервалов телесных углов задней полусферы в ЛСК. Результаты для параметров В и  $\langle \beta^0 \rangle$ , полученные при аппроксимации этих сечений выражением вида /1/, приведены в табл.1 и 2. В этих таблицах указан интервал по  $\beta^0$ , в котором производилась аппроксимация, а также значения  $\chi^2$  на степень свободы. Зависимость значений параметра  $\langle \beta^0 \rangle$  от угла испускания ( $\theta$ ) в ЛСК показана на рисунке. Прямые на этом рисунке - результат аппроксимации данных по значениям величины  $\langle \beta^0 \rangle$  выражением вида

$$\langle \beta^0 \rangle = \text{const.} + a_1 \cos \theta. \quad /2/$$

Значения параметра  $a_1$  приведены в табл.3. Как видно из этой таблицы, значения параметра  $a_1$  для кумулятивных  $\pi^-$ -мезонов близки к 0 /отличие от 0 находится в пределах двухкратных ошибок/, и в пределах однократных ошибок эти параметры, полученные для pC-и  $\pi^-$ C-взаимодействий, совпадают друг с другом. Для кумулятивных протонов значения параметра  $a_1$  существенно отличаются от 0 и не совпадают для pC-и  $\pi^-$ C-столкновений.

\* "Глубинный" угол  $\phi$  отсчитывается от следа до его проекции на горизонтальную плоскость камеры.

Таблица 1

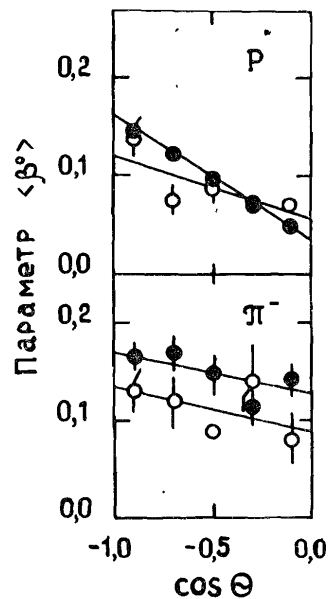
Значения параметров В и  $\langle \beta^0 \rangle$  для кумулятивных  $\pi^-$ -мезонов

Интервал по $\cos \theta$	Тип взаимодействия	Интервал по $\beta^0$	В (ГэВ $^{-2}$ с $^3$ ср $^{-1}$ )	$\langle \beta^0 \rangle$	$\chi^2$ /степень свободы
-1,0 ÷ -0,8	pC	0,6 ÷ 1,7	2,1 $\pm$ 0,9	0,165 $\pm$ 0,014	7,5/9
	$\pi^-$ C	0,6 ÷ 1,8	13,0 $\pm$ 12,6	0,133 $\pm$ 0,022	6,7/10
-0,8 ÷ -0,6	pC	0,6 ÷ 1,3	1,2 $\pm$ 0,6	0,171 $\pm$ 0,019	4,8/5
	$\pi^-$ C	0,6 ÷ 3,0	15,1 $\pm$ 2,09	0,119 $\pm$ 0,026	5,0/22
-0,6 ÷ -0,4	pC	0,3 ÷ 1,6	5,7 $\pm$ 2,8	0,148 $\pm$ 0,020	6,7/11
	$\pi^-$ C	0,4 ÷ 1,6	30,1 $\pm$ 44,7	0,076 $\pm$ 0,017	4,1/10
-0,4 ÷ -0,2	pC	0,2 ÷ 1,0	4,7 $\pm$ 2,5	0,114 $\pm$ 0,018	8,4/6
	$\pi^-$ C	0,2 ÷ 0,7	0,5 $\pm$ 0,4	0,144 $\pm$ 0,036	2,1/3
-0,2 ÷ 0,0	pC	0,1 ÷ 1,0	1,4 $\pm$ 0,5	0,142 $\pm$ 0,018	4,9/17
	$\pi^-$ C	0,1 ÷ 1,4	1,1 $\pm$ 1,1	0,077 $\pm$ 0,019	6,4/11

Таблица 2

Значения параметров В и  $\langle \beta^0 \rangle$  для кумулятивных протонов

Интервал по $\cos \theta$	Тип взаимодействия	Интервал по $\beta^0$	В (ГэВ $^{-2}$ с $^3$ ср $^{-1}$ ) (при $\beta^0=1,0$ )	$\langle \beta^0 \rangle$	$\chi^2$ /степень свободы
-1,0 ÷ -0,8	pC	1,4 ÷ 3,9	7,8 $\pm$ 1,0	0,144 $\pm$ 0,004	50,1/23
	$\pi^-$ C	1,4 ÷ 2,1	7,9 $\pm$ 3,3	0,140 $\pm$ 0,014	13,5/5
-0,8 ÷ -0,6	pC	1,4 ÷ 2,7	9,6 $\pm$ 2,0	0,120 $\pm$ 0,005	38,0/11
	$\pi^-$ C	1,4 ÷ 1,8	103,7 $\pm$ 104,90	0,074 $\pm$ 0,011	6,3/2
-0,6 ÷ -0,4	pC	1,1 ÷ 2,5	21,4 $\pm$ 4,5	0,095 $\pm$ 0,007	30,5/12
	$\pi^-$ C	1,3 ÷ 1,7	8,6 $\pm$ 11,1	0,079 $\pm$ 0,020	2,4/2
-0,4 ÷ -0,2	pC	1,1 ÷ 2,1	14,5 $\pm$ 1,7	0,073 $\pm$ 0,004	14,1/9
	$\pi^-$ C	1,1 ÷ 1,5	2,6 $\pm$ 1,7	0,058 $\pm$ 0,012	0,9/2
-0,2 ÷ 0,0	pC	1,1 ÷ 1,7	14,4 $\pm$ 1,6	0,049 $\pm$ 0,003	6,4/5
	$\pi^-$ C	1,0 ÷ 1,3	0,8 $\pm$ 0,2	0,057 $\pm$ 0,007	0,1/1



Угловая зависимость значений параметра  $\langle \beta^0 \rangle$ . ● - pC-взаимодействия, ○ -  $\pi^-$ C-взаимодействия.

#### ВЫВОДЫ

1. Значения параметра  $\langle \beta^0 \rangle$  для инвариантных инклюзивных сечений образования кумулятивных  $\pi^-$ -мезонов практически не зависят от угла их испускания /для углов задней полусферы в ЛСК/.

2. Для кумулятивных протонов параметр  $\langle \beta^0 \rangle$  увеличивается с ростом угла испускания этих протонов.

3. Угловая зависимость параметра  $\langle \beta^0 \rangle$  в пределах однократных ошибок оказывается одинаковой для кумулятивных  $\pi^-$ -мезонов, испущенных из pC - и  $\pi^-$ C-взаимодействий. Угловые зависимости

параметра  $\langle \beta^0 \rangle$  для кумулятивных протонов в этих взаимодействиях отличаются друг от друга.

Таблица 3

Значения параметра  $a_1$  для угловой зависимости величины  $\langle \beta^0 \rangle$

Тип частицы	Тип взаимодействия	$a_1$	$\chi^2$ / степень свободы
$\pi^-$	pC	$-0,049 \pm 0,026$	2,9/3
	$\pi^-$ C	$-0,059 \pm 0,034$	4,6/3
p	pC	$-0,118 \pm 0,006$	0,1/3
	$\pi^-$ C	$-0,072 \pm 0,016$	9,4/3

Авторы благодарны коллективу сотрудничества по обработке снимков с 2-метровой пропановой камеры за обсуждение полученных результатов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ефременко В.И. и др. ЯФ, 1983, т.37, с.118; Баяков Ю.Д. и др. ИТЭФ-90, М., 1981; ИТЭФ-65, М., 1983.
2. Балдин А.М. ОИЯИ, Е1-12031, Дубна, 1980; Балдин А.М. и др. ОИЯИ, Е1-82-472, Дубна, 1982.
3. Абдинов О.Б. и др. ЯФ, 1979, т.30, с.396.
4. Аланакян К.В. и др. Письма в ЖЭТФ, 1980, т.31, с.386; Препринт ЕрФИ-386/44/-79, Ереван, 1979; Nucl.Phys., 1981, vol.A367, p.429.
5. Иванилов А.А. и др. Письма в ЖЭТФ, 1979, т.30, с.390.
6. Ставинский В.С. ЭЧАЯ, 1979, т.10, с.949.
7. Лексин Г.А. Препринт ИТЭФ-147, М., 1976; ОИЯИ, Д1,2-12036, Дубна, 1979, с.274.
8. Абдурахимов А.У. и др. ОИЯИ, Р1-6277, Дубна, 1972; ОИЯИ, Р1-6326, Дубна, 1972.
9. Армутлийски Д. и др. ОИЯИ, Р1-83-327, Дубна, 1983.

Копылова Д.К. и др.

P1-86-109

Угловая зависимость параметров наклона инвариантных инклюзивных сечений образования кумулятивных адронов в pC-взаимодействиях при 10 ГэВ/с и  $\pi^-$ C-взаимодействиях при 40 ГэВ/с

На снимках с 2-метровой пропановой камеры исследованы инвариантные инклюзивные сечения образования кумулятивных  $\pi^-$ -мезонов и протонов в pC- и  $\pi^-$ C-взаимодействиях / $P_p = 10$  ГэВ/с,  $P_{\pi^-} = 40$  ГэВ/с/ для пяти интервалов углов задней полусферы в лабораторной системе координат. Обнаружено, в частности, что угловая зависимость параметров, определяющих наклон инклюзивных спектров кумулятивных  $\pi^-$ -мезонов /в отличие от кумулятивных протонов/, оказывается одинаковой для pC- и  $\pi^-$ C-столкновений.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод О.С.Виноградовой

Kopylova D.K. et al.

P1-86-109

Angular Dependence of Slope Parameters of Invariant Inclusive Cumulative Hadron Production Cross Sections in pC-Interactions at  $P_p = 10$  GeV/c and  $\pi^-$ C-Interactions at 40 GeV/c

Invariant inclusive cross sections of  $\pi^-$ -mesons and proton cumulative production from pC- and  $\pi^-$ C-interactions ( $P_p = 10$  GeV/c,  $P_{\pi^-} = 40$  GeV/c) for five intervals of the back hemisphere angles in the laboratory coordinate system have been investigated in the pictures from the 2 meter propane bubble chamber. It has been found that the angular dependence of parameters defining the slope of inclusive spectra of cumulative  $\pi^-$ -mesons (in contrast to cumulative protons) was similar for pC- and  $\pi^-$ C-collisions.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986