

## A-ЗАВИСИМОСТЬ ПРОЦЕССА ПАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ АДРОНОВ С БОЛЬШИМИ $P_T$

*В.В.Абрамов, Б.Ю.Балдин, А.Ф.Бузулуксов,  
Ю.Н.Вражнов, В.Ю.Глебов, А.С.Дышкант,  
В.Н.Евдокимов, А.О.Ефимов, В.В.Змушко,  
А.Н.Криницын, В.И.Крышкин, Н.Ю.Кульман,  
В.М.Подставков, Р.М.Суляев, Л.К.Турчанович*

Измерена  $A$ -зависимость образования пар заряженных адронов. При аппроксимации зависимости инвариантных сечений от  $A$  функцией  $A^{\alpha_2}$ , показатель  $\alpha_2$  во всем диапазоне  $P_T$  от 0,46 до 2,27 ГэВ/с не превышает единицы. Наблюдается зависимость показателя  $\alpha_2$  от сорта частиц.

Несмотря на то, что со времени наблюдения аномальной  $A$ -зависимости сечений образования одиночных частиц с большими  $P_T$ , т.е. превышения единицы показателем  $\alpha$  в параметризации сечений зависимостью  $A^\alpha$ , прошло почти десять лет, до сих пор нет единодушия в объяснении этого явления. Наиболее убедительными, по-видимому, являются модели, в которых аномальная  $A$ -зависимость объясняется перерассеянием партонов в ядре. В связи с этим большой интерес представляет изучение  $A$ -зависимости сечений образования симметричных пар адронов, т.е. пар с равными и противоположно направленными поперечными импульсами. Для таких пар вклад перерассеяния минимален, и следует ожидать, что показатель степени при  $A$  равен единице, как и для других жестких процессов.

Измерения проведены на фокусирующем двухплечевом спектрометре (ФОДС)<sup>1</sup>, плечи которого расположены под углом 160 мрад к оси пучка протонов, что составляет для релятивистских частиц  $\theta_{\text{СЦМ}} = 90^\circ$  в СЦМ двух нуклонов (угол разлета адронов –  $180^\circ$ ). В данной работе изучались выходы пар положительно заряженных адронов при  $P_T = (0,5 \div 2,3)$  ГэВ/с, соответственно значения  $\theta_{\text{СЦМ}}$  лишь для  $\pi$ -мезонов практически совпадали с  $90^\circ$ , изменяясь для  $K$ -мезонов от 120 до  $93^\circ$ , а для протонов от 155 до  $95^\circ$ . В эксперименте использовался пучок медленно выведенных из ускорителя протонов с энергией 70 ГэВ и интенсивностью от  $10^{10}$  до  $10^{12}$  на цикл, мониторируемый с помощью камер вторичной эмиссии с абсолютной точностью  $\pm 6\%$  и относительной точностью  $\pm 1\%$ . Измерения проведены с мишениями из Be, Si и Pb толщиной 0,02 длины ядерного взаимодействия. Каждое плечо спектрометра захватывало импульсный интервал  $\Delta p/p = 20\%$ . Импульсы частиц измерялись с помощью дрейфовых камер по отклонению в магнитном поле с точностью  $\pm 1\%$ . Частицы идентифицировались при  $P < 5$  ГэВ/с по времени пролета, а при больших импульсах – двумя пороговыми черенковскими счетчиками.

Случаи парного образования частиц выделялись на фоне случайных совпадений системой временного анализа, содержащей шесть временных сцинтилляционных счетчиков, по три в каждом плече спектрометра. Разрешение системы временного анализа (полная ширина на полувысоте) составляло 0,4 нс. Для оптимизации набора статистики отношение „эффект/фон под пиком” поддерживалось на уровне 0,5 изменением интенсивности протонного пучка.

Зависимость инвариантных сечений от  $A$  аппроксимировалась функцией  $A^{\alpha_2}$ . Основная часть данных получена с использованием ядер Be и Pb. При  $P_T = 1$  ГэВ/с измерения проведены для трех ядер, что позволило проверить справедливость такой аппроксимации. Результаты такой проверки, приведенные на рис. 1, показывают, что при достигнутой точности измерений степенной закон хорошо выполняется.

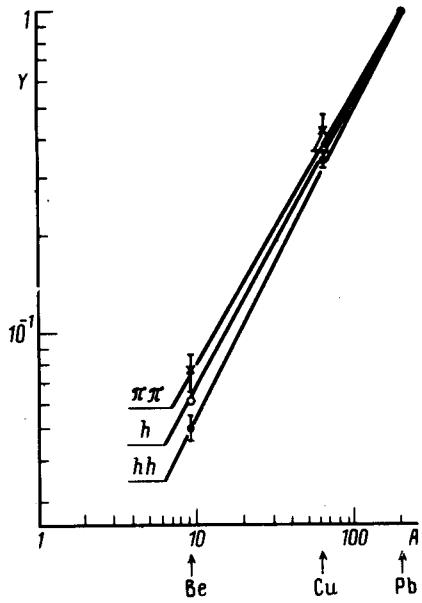


Рис.1.

Рис.1. Сечения образования частиц ( $Y$ ) на ядрах Be, Cu, нормированные на сечение на Pb, при  $P_T = 0,98$  ГэВ/с; • –  $hh$  – пары ( $\alpha_{Pb/Be} = 0,950 \pm 0,026$ ;  $\alpha_{Cu/Be} = 0,985 \pm 0,042$ ), x –  $\pi\pi$ -пары, ○ – одиночные адроны ( $\alpha_{Pb/Be} = 0,89 \pm 0,01$ ;  $\alpha_{Cu/Be} = 0,91 \pm 0,01$ )

Рис.2. Зависимость показателя  $\alpha_2$  от  $m'$  (а) и  $\alpha_1$  от  $P_T$  (б): • –  $h^+h^-$ , 70 ГэВ, результаты данной работы, ○ –  $h^+h^-$ , 400 ГэВ, данные работы <sup>3</sup>, x –  $h^+h^-$ , 400 ГэВ, данные работы <sup>2</sup>

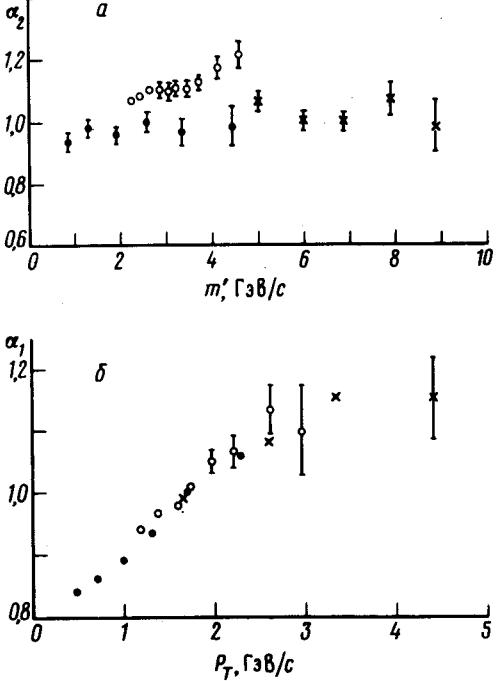


Рис.2.

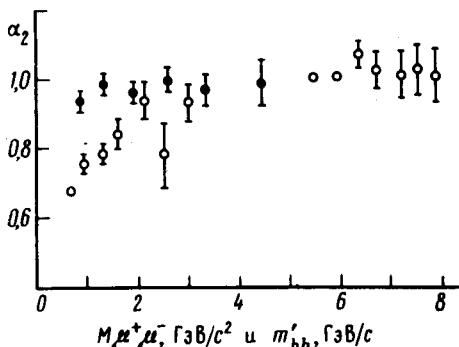


Рис.3. Сравнение  $\alpha_2$  для симметричных пар адронов (точки – ●) с данными <sup>6,7</sup> по  $\mu^+\mu^-$ -парам (○)

Полученные таким образом значения  $\alpha_2$  показаны на рис.2, а в зависимости от  $m' = P_{T_1} + P_{T_2}$ . Для сравнения нанесены данные работ <sup>2,3</sup>. В области  $P_T > 1$  ГэВ/с значения  $\alpha_2$  близки к единице и находятся в согласии с результатами работы <sup>2</sup>. Одновременно на установке измерялись и одиночные выходы адронов. Для этих процессов зависимость показателя  $\alpha_1$  показана на рис.2, б. Необходимо заметить, что поведение  $\alpha_1$  от  $P_T$  в приведенных работах практически совпадает, хотя в данных для пар результаты работы <sup>3</sup> выпадают из общей картины.

Полученные экспериментальные данные согласуются с результатами работы <sup>4</sup>, где изучалась  $A$ -зависимость образования пар  $\pi^0$ -мезонов при энергии протонов 70 ГэВ, а вся совокупность данных показывает, что значения показателя  $\alpha_2$  для симметричных пар совпадают.

местимы с единицей при изменении  $m'$  от 1 до 10 ГэВ/с. Такой вывод хорошо согласуется с моделью, объясняющей аномальную  $A$ -зависимость перерассеянием partонов в ядре<sup>5</sup>.

Можно обратить внимание на быстрый выход показателя  $\alpha_2$  на единицу. Если выход на единицу рассматривать как проявление режима жестких соударений, то для инклузивного образования одиночных адронов он наступает при  $P_T = 2$  ГэВ/с, в то время как для образования пар при  $P_T = 0,5 \div 1$  ГэВ/с. Данные  $A$ -зависимости процесса образования  $\mu^+\mu^-$ -пар, показанные на рис.4 в сравнении с нашими данными, показывают выход на единицу при  $M = 2 - 3$  ГэВ/с. Однако следует учесть, что при регистрации адронных пар в результате фрагментации partонов шкала поперечных импульсов, и следовательно,  $m'$  может сдвинуться в область меньших значений. Кроме того, в образовании  $\mu^+\mu^-$ -пар большую роль играют мягкие „морские“ кварки. Эти качественные соображения позволяют ожидать выход  $\alpha_2$  на единицу для пар адронов раньше, чем для  $\mu^+\mu^-$ -пар.

Значения показателя  $\alpha_2$  для пар

$P_T$ ГэВ/с	$hh$	$\pi\pi$	$\pi K$	$\pi p$	$Kp$	$pp$
0,46	$0,940 \pm 0,025$	$0,91 \pm 0,03$	$0,97 \pm 0,13$	$0,99 \pm 0,07$	$0,81 \pm 0,22$	$1,14 \pm 0,28$
0,69	$0,986 \pm 0,030$	$0,89 \pm 0,04$	$1,08 \pm 0,11$	$1,05 \pm 0,05$	$0,84 \pm 0,13$	$1,23 \pm 0,17$
0,98	$0,960 \pm 0,022$	$0,85 \pm 0,04$	$1,07 \pm 0,09$	$0,96 \pm 0,03$	$1,10 \pm 0,09$	$1,11 \pm 0,08$
1,34	$0,997 \pm 0,031$	$0,88 \pm 0,08$	$0,81 \pm 0,11$	$1,03 \pm 0,05$	$1,01 \pm 0,10$	$1,10 \pm 0,07$
$0,46 \leq P_T \leq 1,34$	$0,966 \pm 0,013$	$0,89 \pm 0,02$	$0,99 \pm 0,05$	$0,99 \pm 0,02$	$1,00 \pm 0,06$	$1,11 \pm 0,05$

Значения  $\alpha_2$  для различных комбинаций сортов пар приведены в таблице. Так как в измеренном диапазоне не видно заметной зависимости значений  $\alpha_2$  от  $m'$ , приведены также данные, усредненные в диапазоне  $1 \leq m' \leq 3$  ГэВ/с. Хотя значения  $\alpha_2$  близки к единице, значения для комбинаций  $\pi K$ ,  $\pi p$ ,  $Kp$ , и особенно,  $pp$  больше, чем для  $\pi\pi$ . Если некоторое уменьшение значений показателя  $\alpha_2_{\pi\pi}$  по сравнению с единицей естественно связать с частичным поглощением вторичных адронов в ядре, то труднее объяснить более высокие значения  $\alpha_2$  для других комбинаций сортов. Можно предположить, что здесь существенны различия в угле образования в СЦМ для частиц различной массы. Данные работы<sup>3</sup>, выполненной при  $\theta_{\text{СЦМ}} = 110 \pm 10^\circ$  имеют повышенные значения  $\alpha_2$ . Однако в работе<sup>2</sup> есть указания на такую же зависимость  $\alpha_2$  от сорта частиц, хотя угол образования при этих  $P_T$  практически не меняется.

#### Литература

1. Абрамов В.В. и др. Препринт ИФВЭ ОЭФ, ОЭА 81-46, 1981.
2. McCarthy R.L. et al. Phys. Rev. Lett., 1978, 40, 213.
3. Finley D.A. et al. Phys. Rev. Lett., 1979, 42, 1031.
4. Абрамов В.В. и др. ЯФ, 1981, 34, 1271.

5. *Näkolaev N.N., Zoller V.R.* Preprint TH. 2541-CERN, 1978.

6. *Kaplan D.M. et al* Phys. Rev. Lett., 1978, 40, 435.

7. *Branson J.G. et al* Phys. Rev. Lett., 1977, 38, 1334.

Поступила в реакцию

Институт физики высоких энергий

10 июля 1983 г.

---