

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МНОЖЕСТВЕННОСТИ В НЕУПРУГИХ КОГЕРЕНТНЫХ СОУДАРЕНИЯХ ПРОТОНОВ С ЯДРАМИ

В ИНТЕРВАЛЕ ЭНЕРГИЙ 20–200 Гэв

С.А.Азимов, К.Г.Гуламов, У.Г.Гулямов, Г.М.Чернов

Представлены и обсуждены распределения по множественности заряженных частиц в дифракционно-когерентных протон-ядерных взаимодействиях в широком интервале энергий. Проведено сравнение с данными по дифракционной диссоциации в рр-соударениях.

Вопросы о распределении множественности n в дифракционных процессах и его энергетической зависимости – очень важны, в частности, в связи с двух- и многокомпонентными моделями множественной генерации [1]. Однако, получение этих данных в адрон-адронных соударениях затруднено неопределённостями отбора при больших массах систем [2].

В данной работе представлены n -распределения из когерентных соударений p -ядро при $p_0 = 21, 50, 67$ и 200 Гэв/с. Помимо очевидного самостоятельного интереса, их можно связать модельным путем с соответствующими распределениями при дифракции на нуклонах. Существенно, что отбор когерентных реакций выполним при гораздо лучших фоновых условиях.

Мы выполнили единым образом отбор дифракционных реакций

$$p + A \rightarrow (N + k\pi^+ + l\pi^0) + A \quad (1)$$

(A – число нуклонов в ядре; $k, l = 0, 1, \dots$; $k + l \geq 1$; $n = k$, если N – нейтрон, или $k + 1$, если N – протон) среди неупругих событий, найденных в 4-х стопках эмульсий, облученных протонами указанных энергий на ускорителях ЦЕРНа, ИФВЭ (Серпухов) и NAL. Сведения о деталях экспериментов содержались в [3 – 6], некоторые данные приведены в табл.1.

Таблица 1

Топологические сечения

Характеристика	21 Гэв/с	50 Гэв/с	67 Гэв/с	200 Гэв/с
Длина трека, км	2,6	2,6	3,1	5,3
Число звезд, тыс.	7,3	7,2	8,2	15,0
$\sigma_{cob}^{(1)}$, мб/ядро	$(3,9 \pm 2,0)^*$	$4,0 \pm 1,1$	$6,2 \pm 1,6$	$8,7 \pm 1,6$
$\sigma_{cob}^{(3)}$, мб/ядро	$3,9 \pm 0,7$	$5,4 \pm 0,8$	$6,9 \pm 1,0$	$9,6 \pm 0,8$
$\sigma_{cob}^{(5)}$, мб/ядро	$0,3 \pm 0,2$	$0,8 \pm 0,3$	$0,8 \pm 0,3$	$3,2 \pm 0,5$
$\sigma_{cob}^{(7)}$, мб/ядро	~ 0	~ 0	~ 0	$0,6 \pm 0,2$
$\sigma_{cob}^{tot} = \sum_n \sigma_{cob}^{(n)}$	$8,1 \pm 2,3$	$10,3 \pm 1,7$	$14,0 \pm 1,9$	$22,1 \pm 2,0$
$\sigma_{p\pi^+ \pi^-}$ (мб/ядро)	$3,1 \pm 0,6$	$2,6 \pm 0,6$	$3,0 \pm 1,0$	—

* Оценка (см. текст) по данным [7]

Как известно, неравенство $q_{||} \leq R_A^{-1}$ ($q_{||}$ – продольный передаваемый импульс, R_A – радиус ядра) приводит к угловой коллимации вторичных частиц из (1), значительно более сильной, чем в "фоновых" квазинуклонных случаях. Поэтому, сравнивая распределения квазикогерентных (т. е. без признаков возбуждения или развала ядра) и фоновых событий по параметру $\Sigma \equiv \sum_{i=1}^n \sin \theta_i$ (θ_i – угол вылета заряженной частицы), представляющему грубую оценку $q_{||}$, можно определить число реакций (1) независимо от массы дифракционного кластера (пример – на рис.1,а). Действительно, легко найти истинное число реакций (1), нормируя распределения при $\Sigma > \Sigma^{max}$, где Σ^{max} – параметр, варьируемый от 0 до максимальных значений, – по высоте "плато", достигаемого функцией $N_{cob}(\Sigma^{max})$. На рис. 1,б для примера показана эта процедура для $n = 3, 5, 7$ при 200 Гэв/с.

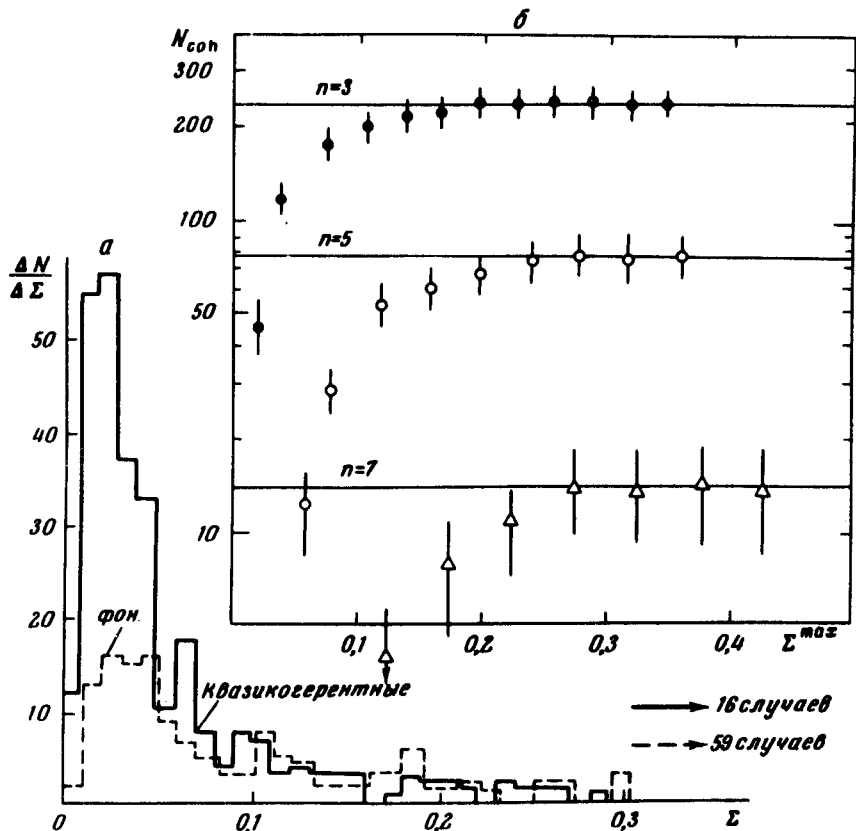


Рис. 1. Пример выделения реакций (1) ($p_0 = 200$ Гэв/с): а) Σ – распределения для квазикогерентных и фоновых 3-лучевых звезд; б) определение N_{coh} из зависимости $N_{coh}(\Sigma^{max})$

При определении числа однолучевых реакций (1) $N_{coh}^{(1)}$, описанная методика применялась в области $\theta > \theta_{el}$ (θ_{el} – угол, отрезавший упругие события при каждом p_0). Далее вносились поправки на: 1) чотери при просмотре, предполагая азимутальную изотропию ансамбля однолучевых звезд, и 2) пропуск реакций (1) с $\theta < \theta_{el}$, предполагая сходство угловых распределений в реакциях (1) с $n = 1$ и 3 [4]. Каждая из них составляла $\sim 15 - 20\%$ от $N_{coh}^{(1)}$. Свечение $\sigma_{coh}^{(1)}$ при $p_0 = 21$ Гэв/с (при этом p_0 однолучевые звезды не регистрировались) было оценено из данных по реакции $nA \rightarrow \pi nA$ [7], используя статистическую модель [8].

Результаты¹⁾ представлены в табл. 1, 2 и на рис. 2, 3. Из них следует:

а) полное и топологические сечения реакций (1) растут в области $p_0 = 20 - 200$ Гэв/с наиболее быстро – для многолучевых каналов.

¹⁾ Приведенные топологические сечения отнесены нами к условному среднему ядру эмульсии ($\langle A \rangle \approx 47$). Хотя данные при низких энергиях свидетельствуют о преимущественном участии в реакциях типа (1) тяжелых ядер (Ag, Br), для целей настоящей работы это – несущественно.

Моменты n -распределения

	$p_0, \text{Гэв/с}$	$\langle n \rangle$	$\langle n(n-1) \rangle$	$(\langle n^2 \rangle - \langle n \rangle^2)^{1/2}$	f_2
Все	21	$2,11 \pm 0,12$	$3,60 \pm 0,45$	$1,12 \pm 0,26$	$-0,86 \pm 0,67$
треки	50	$2,38 \pm 0,11$	$4,75 \pm 0,47$	$1,21 \pm 0,24$	$-0,89 \pm 0,69$
	67	$2,21 \pm 0,08$	$4,10 \pm 0,34$	$1,19 \pm 0,18$	$-0,80 \pm 0,50$
	200	$2,61 \pm 0,07$	$6,61 \pm 0,37$	$1,56 \pm 0,14$	$-0,18 \pm 0,51$
Отри- ца- тель- ные	21	$0,56 \pm 0,06$	$0,07 \pm 0,04$	$0,56 \pm 0,09$	$-0,24 \pm 0,08$
	50	$0,69 \pm 0,05$	$0,16 \pm 0,05$	$0,61 \pm 0,09$	$-0,32 \pm 0,09$
	67	$0,61 \pm 0,04$	$0,12 \pm 0,03$	$0,60 \pm 0,07$	$-0,25 \pm 0,06$
	200	$0,80 \pm 0,03$	$0,45 \pm 0,05$	$0,78 \pm 0,05$	$-0,20 \pm 0,07$

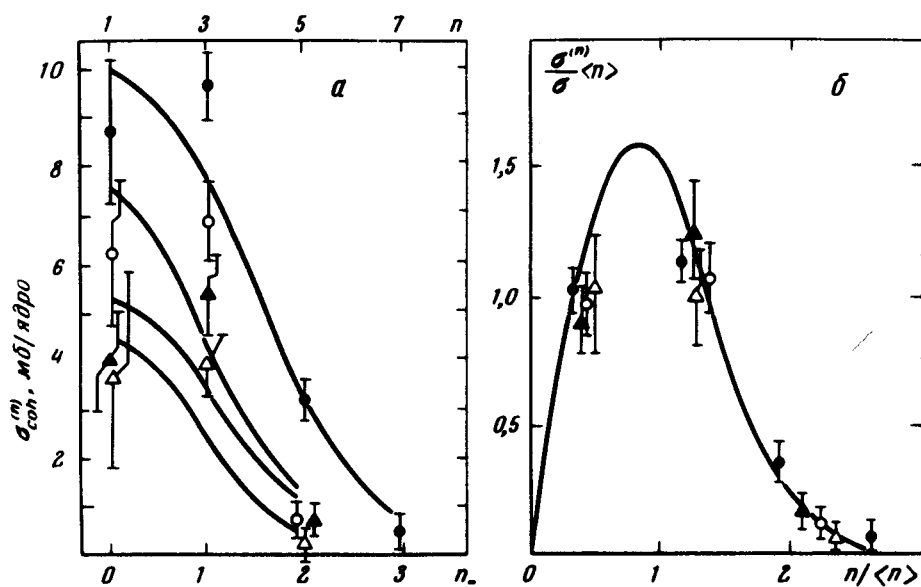


Рис. 2. n -распределения в реакциях (1). Кривые: а) распределения Пуассона: Δ – 21 Гэв/с, \blacktriangle – 50 Гэв/с, \circ – 67 Гэв/с; \bullet – 200 Гэв/с; б) функция Слэтери [10]

б) Этот рост обусловлен открыванием новых дифракционных каналов с большими полными множественностями (ср., напр., $\sigma_{sob}^{(3)}$ и $\sigma_{pp+\pi^-}$);
 в) Форма n -распределения с ростом p_0 заметно не изменяется; n_- -распределение плохо согласуется с пуассоновским (рис. 2, а), хотя последнее нельзя исключить из-за имеющейся неопределенности ($\sim 20 - 30\%$) в $\sigma_{sob}^{(1)}$.

г) n -распределения в реакциях (1) не противоречат KNO -скейлингу [9], причем описываются той же универсальной функцией [10], что и pp -соударения (мы не касаемся здесь более тонких вопросов, связанных с нарушением KNO -скейлинга в pp -соударениях и степени приближения к нему). Это – указание на тождественность скейлинговых свойств

дифракционной и недифракционной компонент в адрон-адронных соударениях.

д) $\langle n \rangle$ в реакции (1) медленно растет с p_0 (рис. 3). Хороший фит:

$$\langle n \rangle = 0,1 \ln p_0 + 0,26. \quad (2)$$

Сравнивая с данными NAL по множественности фрагментации пучковых протонов на протонах и имея в виду, что они представляют собой нижние пределы из-за неопределенностей отбора [2], приходим к важному выводу о независимости (или слабой зависимости) n -распределений от массы мишени. Это — так называемая факторизация при померном обмене, однако интересно, что в нашем случае (мишени — нуклон и сложное ядро) приближенное равенство масс рожденных систем наблюдается при существенно разных распределениях передач импульсов (для ядер: $d\sigma/dt \sim \exp(-R_A^2 t/4)$).

е) Значения корреляционных параметров $f_2^- = \langle n(n-1) \rangle - \langle n \rangle^2$ также согласуются для p -ядро и pp -соударений и не зависят от p_0 (рис. 3). Их величины согласуются с ожидаемыми при дифракции.

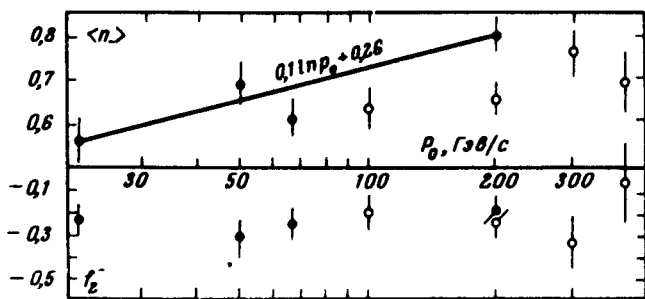


Рис. 3. Энергетическая зависимость $\langle n \rangle$ и f_2^- для реакции (1) (темные кружки) и pp -соударений (светлые кружки)

Перечисленные данные свидетельствуют об универсальности механизма дифракционной диссоциации адронов, в частности, о слабой зависимости ее динамических свойств от природы и энергии первичных частиц.

Авторы благодарны руководству и сотрудникам ЦЕРН, ИФВЭ и NAL за содействие в облучении эмульсий и коллегам по АДК/ЛМТУ- и А/ЛМТУ-сотрудничествам — за совместную работу по набору материала при 67 и 200 ГэВ.

Физико-технический институт
Академии наук Узбекской ССР

Поступила в редакцию
8 декабря 1974 г.

Литература

- [1] L. Van Hove. Phys. Lett., **43B**, 65, 1973; K. Kajantie, P. V. Ruuskanen. Phys. Lett., **45B**, 149, 1973; R. C. Roberts, D. P. Roy. Phys. Lett., **46B**, 201, 1973.
- [2] J. Whitmore. NAL- PUB- 73/70 — EXP, 1973.
- [3] С. А. Азимов и др. ДАН СССР, **192**, 1241, 1970.
- [4] С. А. Азимов и др. ДАН СССР, **212**, 1323, 1973.
- [5] ACDLMTU- collaboration. Phys. Lett., **39B**, 285, 1972.

- [6] АМГ-сотрудничество. ЯФ, 19, 322, 1974.
 - [7] M.J.Longo et al. Phys. Lett., 36B, 560, 1971.
 - [8] J.Bartke. INP Report. No 719/PH, Cracow, 1970.
 - [9] Z.Koba et al Nucl. Phys., B40, 317, 1972.
 - [10] P.Slattery. Phys. Rev., D7, 2073, 1973.
-