

УДК 539.126.34

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРЕЛЯЦИЙ ГАММА-КВАНТОВ
С ПРОТОНАМИ В $\pi^- C^{12}$ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ

В. М. АСАТУРЯН, А. Г. ХУДАВЕРДЯН

Ереванский государственный университет

(Поступила в редакцию 6 июня 1983 г.)

Изучается множественное рождение γ -квантов в $\pi^- C^{12}$ взаимодействиях при импульсе налетающего пиона 5 ГэВ/с. Изучение множественных корреляций и относительных выходов γ -квантов в событиях с «протонами назад» и без «протонов назад» указывает на возможный вклад механизма поглощения вторичных медленных π^0 -мезонов коррелированной парой нуклонов в ядре в образование «протонов назад».

Изучению образования «протонов назад», т. е. протонов, вылетающих в кинематически запрещенную для πN -взаимодействия область в лабораторной системе, на основе механизма поглощения медленного вторичного пиона коррелированной парой нуклонов в ядре посвящен ряд работ [1, 2]. В работе [3] получены данные, указывающие на сильную отрицательную корреляцию между средней множественностью положительных пионов с импульсами в интервале $200 \leq P \leq 300$ МэВ/с и «протонами назад» по сравнению с корреляциями π^+ -мезонов в других импульсных интервалах. Как известно из [4], максимум сечения реакции $\pi d \rightarrow NN$ приходится на интервал $200 \leq P \leq 300$ МэВ/с. Кроме того, изучение относительных выходов π^+ и π^- -мезонов в событиях с «протонами назад» показало, что в области импульсов до 500 МэВ/с имеется недостаток π^+ -мезонов, причем минимум приходится также на значения $P_\pi \sim \sim 250$ МэВ/с. Эти результаты позволили заключить, что в образование «протонов назад» дает вклад механизм поглощения мезонов коррелированной парой нуклонов в ядре.

Естественно было попытаться исследовать вклад поглощения π^0 -мезонов коррелированной парой нуклонов, поскольку здесь может происходить поглощение на любой паре (np , pp). Непосредственно наблюдать π^0 -мезоны невозможно, поэтому мы изучаем события с γ -квантами — продуктами распада π^0 -мезона.

Исследования проводились на основе данных, полученных в однометровой пропановой пузырьковой камере ЛЯП ОИЯИ. Из 11572 $\pi^- C^{12}$ столкновений при 5 ГэВ/с были отобраны события двух типов:

$$\begin{aligned} \text{а) } \pi^- + C^{12} &\rightarrow m_{p+} + n_{\gamma} + X, \\ \text{б) } \pi^- + C^{12} &\rightarrow m_{p+} + n_{\gamma} + X, \end{aligned} \quad n, m = 0, 1, \dots$$

С целью исключения испарительных протонов учитывались лишь события, в которых протоны в реакциях рассмотренных типов имели импуль-

сы $P_p \geq 300$ МэВ/с. По углу вылета отбирались «протоны вперед» ($\theta < 90^\circ$) и «протоны назад» ($\theta > 90^\circ$). Основным источником γ -квантов служил распад π^0 -мезона. Эффективность регистрации γ -квантов в ПК подробно описана в работах [5, 6].

«Вес» события i -ой топологии W_i определялся с помощью отношения $W_i = \beta_i/\alpha_i$, где β_i — вероятность регистрации событий i -ой топологии, α_i — относительная доля событий i -ой топологии.

«Вес» γ -кванта обратно пропорционален вероятности конверсии γ -кванта ($W_\gamma = 1/\varepsilon_\gamma$). ε_γ зависит от направления вылета и импульса γ -кванта:

$$\varepsilon_\gamma = 1 - \exp(-L_n/L_k(P_\gamma)),$$

где L_n — потенциальная длина, т. е. расстояние от точки рождения γ -кванта до границы эффективного объема камеры в направлении полета γ -кванта, $L_k(P_\gamma)$ — конверсионная длина. Средний «вес» γ -кванта $\langle W_\gamma \rangle = 6,21 \pm 0,06$. Распределения γ -квантов в событиях а и б строились с учетом «веса».

На рис. 1 приводятся зависимости среднего числа высокоэнергичных γ -квантов ($P_\gamma > 0,3$ ГэВ/с), образовавшихся в реакциях а и б, от числа n_p «протонов назад» и числа $n_{p\uparrow}$ «протонов вперед». Можно заметить несколько более сильную отрицательную корреляцию в случае зависимости $\langle \gamma \rangle$ от $n_{p\downarrow}$. Мы полагаем, что причиной отрицательной корреляции между протонами, образовавшимися как в передней, так и в задней

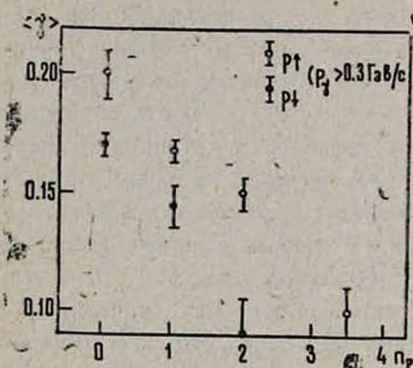


Рис. 1. Корреляции средней множественности высокоэнергичных γ -квантов ($P_\gamma > 0,3$ ГэВ/с) с «протонами назад» и с «протонами вперед».

полусфере в лабораторной системе, и средней множественностью γ -квантов является закон сохранения энергии. Это означает, что одновременное образование нескольких протонов с импульсами $P_p > 0,3$ ГэВ/с и γ -квантов, также уносящих заметную долю энергии ($P_\gamma > 0,3$ ГэВ/с), маловероятно.

В работе [7] делается заключение о том, что сечение реакции $pn \rightarrow d\pi^0$ находится в хорошем согласии с сечением реакции $pp \rightarrow d\pi^+$, которое приведено в той же работе. Эти данные позволяют нам объяснить различие корреляций между средними множественностями γ -квантов с «протонами назад» и с «протонами вперед», приведенными на рис. 2. Можно считать, что между средней множественностью γ -квантов и «протонами вперед» корреляция не наблюдается. Для образования «протонов вперед» возможен целый ряд каналов, в том числе и механизм поглощения

π^0 -мезонов парой нуклонов в ядре. Однако решающую роль в этом случае играют внутриядерные столкновения, ответственные за образование протонов отдачи. Поскольку на рождение малоэнергичных γ -квантов законом сохранения энергии не налагается сильных ограничений, на фоне всех возможных каналов механизм поглощения никак не проявляется.

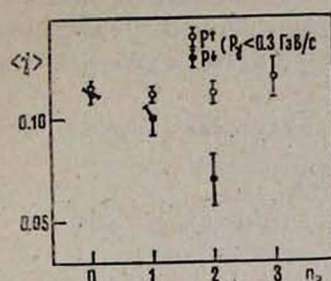


Рис. 2.

Рис. 2. Корреляции средней множественности малоэнергичных γ -квантов ($P_T < 0,3 \text{ ГэВ/с}$) с «протонами назад» и с «протонами вперед».

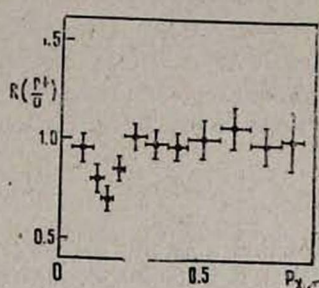


Рис. 3.

Рис. 3. Относительный выход γ -квантов в зависимости от их импульса для событий с «протонами назад».

Как видно на рис. 2, в случае зависимости средней множественности малоэнергичных γ -квантов от числа «протонов назад» механизм поглощения π^0 -мезона коррелированной парой нуклонов в ядре проявляется в виде отрицательной корреляции. Это означает, что число «протонов назад» увеличивается за счет поглощения π^0 -мезонов, т. е. за счет убывания числа π^0 -мезонов, а следовательно, и γ -квантов.

Дискриминация по импульсу γ -квантов проведена с тем расчетом, что основная доля γ -квантов, образовавшихся от распада π^0 -мезона с импульсом до $0,3 \text{ ГэВ/с}$, будет распределена в интервале импульсов до $P = 0,3 \text{ ГэВ/с}$. Кроме того, доля γ -квантов, образовавшихся от распада более высокоэнергичных π^0 -мезонов, в этой области импульсов будет невелика.

На рис. 3 приведено отношение выходов γ -квантов в зависимости от их импульса для событий с «протонами назад» и без «протонов назад»:

$$R\left(\frac{p_{\downarrow}}{0}\right) = \frac{\langle n_{\gamma}(p_{\downarrow}) \rangle}{\langle n_{\gamma}(0) \rangle},$$

где $\langle n_{\gamma}(p_{\downarrow}) \rangle$ — среднее число γ -квантов в событиях с «протонами назад», $\langle n_{\gamma}(0) \rangle$ — среднее число γ -квантов в событиях без «протонов назад».

Из поведения $R(p_{\downarrow}/0)$ видно, что в области импульсов $0,2 \text{ ГэВ/с}$ наблюдается провал. Причиной малого выхода малоэнергичных γ -квантов в событиях с «протонами назад» по отношению к событиям без «протонов назад», на наш взгляд, может служить механизм поглощения π^0 -мезона на коррелированной паре нуклонов в ядре.

В заключение на основе приведенных данных, а также полученных ранее результатов можно сделать вывод о том, что механизм поглощения пионов на паре нуклонов дает определенный вклад в образование «прото-

нов назад». Следует особо отметить, что основной вклад в образование «протонов назад» дает поглощение π^+ и π^0 -мезонов, что и следовало ожидать.

Имеющийся в настоящее время набор экспериментальных данных является неполным и не позволяет сделать заключение в количественном отношении о вкладе механизма поглощения в образование «протонов назад». Поэтому необходимо продолжить экспериментальные исследования в поисках новой дополнительной информации, свидетельствующей в пользу механизма поглощения в ядре.

В заключение авторы благодарят Г. Р. Гулкяна за ценные советы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдинов О. Б. и др. ЯФ, 30, 396 (1979).
2. Абдинов О. Б. и др. ЯФ, 35, 1181 (1982).
3. Асатурян В. М. и др. ЯФ, 38, 684 (1983).
4. Jones G. Preprint TRI-PP-81-62 (1981).
5. Будагов Ю. А. и др. ЯФ, 15, 1165 (1972).
6. Валкар Ш. и др. Сообщение ОИЯИ 13-6140, Дубна, 1978.
7. Hollas C. L. et al. Phys. Rev., C 24, 1561 (1981).

ԳԱՄՄԱ-ՔՎԱՆՏՆԵՐԻ ԵՎ ՊՐՈՏՈՆՆԵՐԻ ՄԻՋԵՎ ԿՈՐԵԼՅԱՑԻԱՅԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ $\pi^- C^{12}$ ՓՈԽԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՒՄ

Վ. Մ. ԱՍԱՏՈՒՐՅԱՆ, Ա. Հ. ԽՈՒԴԱՎԵՐԴՅԱՆ

Աշխատանքը նվիրված է $\pi^- C^{12}$ փոխազդեցություններում γ -քվանտների բազմակի ծնման ուսումնասիրությանը՝ ումբակոծող π^- -մեզոնի 5 ԳէՎ/Ս իմպուլսի դեպքում: γ -քվանտների բազմակի կորելյացիաների և հարաբերական ելքերի ուսումնասիրությունը «պրոտոններ հետ» և առանց «պրոտոնների հետ» դեպքերում ցույց է տալիս, որ դանդաղ երկրորդային π^0 -մեզոնի կլանումը միջուկում կորելացված զույգի կողմից ներդրում է տալիս «պրոտոններ հետ» դեպքի առաջացման մեջ:

INVESTIGATION OF CORRELATIONS OF GAMMA-QUANTA WITH "BACKSCATTERED PROTONS" IN $\pi^- C^{12}$ INTERACTIONS

V. M. ASATURYAN, A. H. KHUDAVERDYAN

The multiple production of gamma-quanta in $\pi^- C^{12}$ interactions was studied at 5 GeV/c momentum of the incident pion. The study of multiplicity correlations and of relative yields of gamma-quanta in the events with and without "backscattered protons" indicates to the possibility of contribution made by the absorption of slow secondary π^0 -mesons by a correlated pair of nucleons in a nucleus to the production of "backscattered protons".