

КОЛЛЕКТИВНАЯ ПРИРОДА БАРИОННОГО КУМУЛЯТИВНОГО ЭФФЕКТА НА ЯДРАХ

*М.Г.Горнов, С.В.Лапушкин, А.К.Поносов,
Ф.М.Сергеев,*

Приводятся экспериментальные данные по глубококонечным пион-ядерным взаимодействиям с вылетом протонов в заднюю полусферу а также с вылетом Λ -гиперонов и протонов, указывающие на коллективную природу механизма ядерного скейлинга.

"Кумулятивный" эффект является одним из наиболее интересных явлений ядерной физики высоких энергий. В последние годы широко обсуждаются возможные механизмы, приводящие к выбиванию из ядер быстрых

"кумулятивных" барионов навстречу первичной частице (процесс, кинематически запрещенный для столкновения со свободным нуклоном) [1 — 7]. Для проверки различных моделей используются исключительно инклюзивные распределения быстрых протонов с кинетической энергией $E_k > 30$ МэВ, вылетающих в заднюю по отношению к пучку полусферу. Чувствительность таких распределений оказывается недостаточной для того, чтобы отдать предпочтение какому-либо конкретному варианту взаимодействия. Более определенные выводы можно получить, изучая свойства продуктов реакции, сопровождающих эмиссию "кумулятивных" частиц.

В данной работе представлены результаты исследования реакций

$$\pi^- + A \rightarrow k p_{\text{назад}} + X, \quad (k = 1, 2, \dots) \quad (1)$$

$$\pi^- + A \rightarrow k p + \Lambda + X, \quad (k = 1, 2, \dots) \quad (2)$$

Работа выполнена на 105-см фреоновой пузырьковой камере МИФИ на пучке π^- -мезонов с импульсом 3,9 ГэВ/с ($\bar{A} = 22,5$) [8,9].

В таблице приведены измеренные сечения реакции (1) на среднее ядро фреоновой смеси с эмиссией одного, двух, трех и более быстрых ($E_k > 30$ МэВ) протонов в заднюю полусферу. Как видно из таблицы, доля событий с эмиссией двух и более протонов назад составляет свыше 20% от сечения реакции (1). "Кратные кумулятивные" протоны наблюдались также в работе [10].

n_p	σ , мб	$\sigma/\sigma_{\text{неупр}}$, %
1	79 ± 3	$21,0 \pm 0,9$
2	21 ± 2	$5,7 \pm 0,6$
3	5 ± 1	$1,4 \pm 0,3$
> 3	< 1	$< 0,3$
≥ 1	106 ± 4	$28,4 \pm 1,1$

В реакции (1) наблюдаются корреляции "кумулятивных" протонов с близкими импульсами. На рис. 1 приведено распределение по относительному импульсу двух быстрых ($E_k > 50$ МэВ) протонов ($\Delta p = |p_1 - p_2|/2$), деленное на фоновое распределение. Не зарегистрировано ни одного события с $\Delta p < 20$ МэВ/с. Кривые на этом же рисунке для областей взаимодействия 2 и 4 Ф вычислены с учетом кулоновского и ядерного pp -потенциала [11]. Фон получен комбинированием протонов из разных событий. Характер корреляций указывает на то, что размер области, из которой испускаются протоны, сравним с размерами ядра.

Для реакции (1) среднее число протонов, испускаемых в заднюю полусферу (\bar{n}_p), пропорционально полному числу быстрых протонов в звезде (N): $\bar{n}_p = (0,28 \pm 0,01)N$ ($\chi^2 = 5,1$ при шести степенях свободы). По-

явление в задней полусфере в среднем одного быстрого протона сопровождается вылетом двух-трех других быстрых протонов.

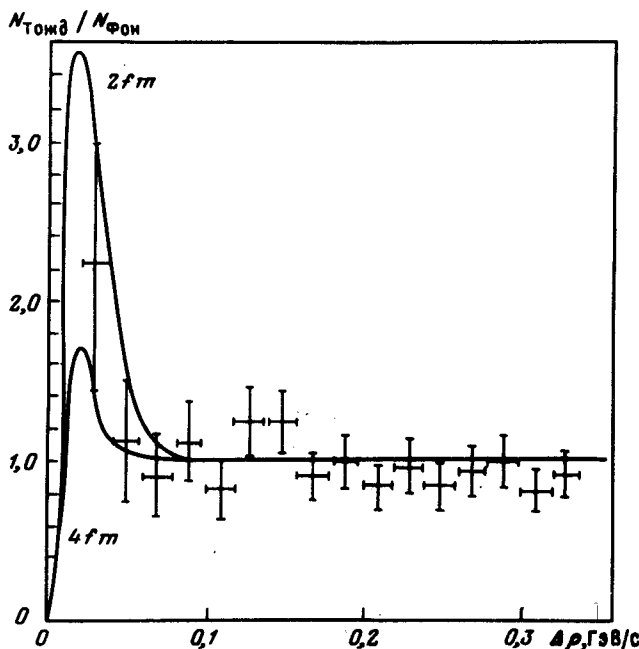


Рис. 1. Распределение по относительному импульсу двух протонов, деленное на фоновое распределение

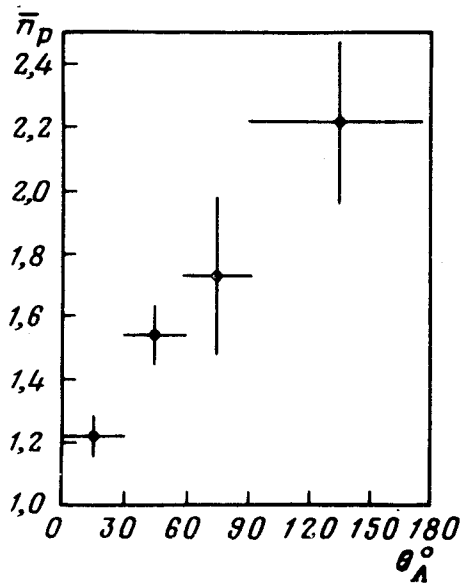


Рис. 2. Зависимость среднего числа быстрых протонов, сопровождающих рождение Λ -гиперона, от угла вылета Λ в лаб. системе

Несомненный интерес представляет практически неисследованные реакции с образованием кумулятивных гиперонов. Первые данные получены в работах ИТЭФ [12] и МИФИ [9]. Достоинства реакции (2) состоят, во-пер-

вых, в том, что регистрация Λ -гиперона позволяет расширить измеряемый энергетический диапазон вторичных барионов. В нашем случае регистрировались Λ -гипероны с кинетической энергией вплоть до 2 ГэВ. Во-вторых, вследствие свойств Λ -гиперона, его происхождение с большой степенью достоверности следует отнести к первичному акту взаимодействия в ядре. Гиперон определенно не является "испарительным" или "спектатором", в чем всегда можно сомневаться при регистрации протонов.

На рис. 2 представлена зависимость множественности быстрых протонов ($E_k > 30$ МэВ) в реакции (2) от угла вылета Λ -гиперона в лаб. системе. Зависимость близка к линейной. Вылет гиперона в области углов, кинематически запрещенную для рождения на свободном нуклоне ($\theta_\Lambda > 48^\circ$) сопровождается в среднем вылетом более чем одного быстрого протона. Не наблюдается резкого изменения зависимости $\bar{n}_p(\theta_\Lambda)$ при переходе от запрещенной области к разрешенной, которое могло бы свидетельствовать об изменении механизма взаимодействия.

В противоположность отмеченной тесной взаимосвязи между вылетом Λ -гиперона и эмиссией ядерных нуклонов, связь Λ -гиперона с релятивистской (мезонной) компонентой продуктов реакции ослаблена. Это проявляется, в частности, в том, что средний косинус вылета Λ -гиперона в пределах экспериментальных погрешностей не зависит от множественности релятивистских заряженных частиц n_s (рис. 3, а). Для K^0 -мезона зависимость от n_s существует (рис. 3, б).

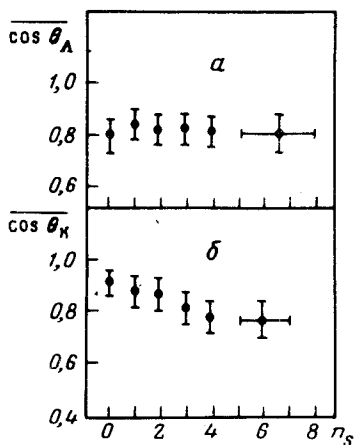


Рис. 3. Зависимость от числа испущенных релятивистских частиц среднего косинуса угла вылета Λ -гиперона (а) и K^0 -мезона (б)

Как и для реакции (1), для реакции (2) наблюдаются кратные кумулятивные процессы. Вероятность испускания хотя бы одного быстрого протона в заднюю полусферу в реакции (2) составляет 45%. Не менее чем в 20% случаев вылет такого протона сопровождается испусканием еще одного быстрого протона. В 10% случаев наблюдается совместный вылет Λ -гиперона и быстрого протона в область углов, кинематически запрещенную для столкновения со свободным нуклоном.

Приведенные экспериментальные результаты позволяют сделать вывод, что процессы с испусканием назад быстрых барионов являются существенно множественными, охватывающими несколько нуклонов ядра или все ядро. По-видимому, для их описания следует привлекать коллективные модели типа [6, 7], а не модели с одночастным обменом [1-4].

Московский
инженерно-физический институт

Поступила в редакцию
12 сентября 1978 г.
После переработки
12 октября 1978 г.

Литература

- [1] R.D.Amado, R.M.Woloshin. Phys. Rev. Lett., **86**, 1435, 1976.
- [2] S.Frankel. Phys. Rev., **17C**, 694, 1978.
- [3] T.Fujita. Phys. Rev. Lett., **39**, 174, 1977.
- [4] H.J.Weber, L.D.Miller. Phys. Rev., **16C**, 726, 1977.
- [5] K.K.Gudima, F.G.Mashnik, V.D.Toneev. JINR, E2-11307, Dubna, 1978.
- [6] A.В.Ефремов. ЯФ, **24**, 1208, 1976.
- [7] И.Г.Богоцкая, М.И.Горенштейн, Г.М.Зиновьев. ЯФ, **27**, 856, 1978.
- [8] М.Г.Горнов и др. ЯФ, **25**, 606, 1977.
- [9] М.Г.Горнов и др. ЯФ, **27**, 1578, 1978.
- [10] А.В.Арефьев и др., ЯФ, **27**, 716, 1978.
- [11] S.E.Koonin. Phys. Lett., **70B**, 43, 1978.
- [12] И.И.Воробьев, Г.А.Лексин, Л.С.Новиков, А.В.Смирнитский.

Письма в ЖЭТФ, **22**, 390, 1975.
