

## ДВОЙНАЯ ПЕРЕЗАРЯДКА $\pi^-$ -МЕЗОНОВ НА ЯДРАХ С ИЗМЕНЕНИЕМ СТРАННОСТИ

*Ю.А.Бирюков, М.Г.Горнов, С.В.Лапушкин,  
А.П.Пичугин, А.К.Поносов, Ф.М.Сергеев*

Впервые наблюдались реакции двойной перезарядки  $\pi^-$ -мезонов на ядрах с изменением странности ( $\pi^- \rightarrow K^+$ ), а также переходы  $\pi^- \rightarrow \pi^- K^0$ . Предложен метод измерения сечений реакций без идентификации  $K^+$ -мезонов. Экспериментальные данные указывают на то, что процесс имеет, в основном, двухступенчатый характер. В реакции могут принимать участие сразу несколько нуклонов ядра ( $n > 2$ ). Эксперимент выполнен на стопятисантиметровой пузырьковой камере МИФИ при  $P_\pi = 3,9$  ГэВ/с.

В последнее время большое внимание уделяется исследованию адрон-ядерных взаимодействий с участием нескольких нуклонов ядра. К таким процессам относятся и реакции двойной перезарядки пионов на ядрах [1]. Систематические экспериментальные данные по этой реакции имеются до энергии 500 МэВ, а при более высоких энергиях сведения очень скудны [2 — 4]. Одна из причин такого положения — трудность идентификации быстрых положительно заряженных частиц (разделение  $\pi^+$ -мезонов и протонов).

При достаточно высоких энергиях появляется возможность наблюдать еще более экзотический процесс двойной перезарядки первичной частицы с изменением странности. Изучение такой реакции дает новые сведения, необходимые для установления механизма двойной перезарядки. Наиболее наглядно это проявляется в случае отрицательных пионов. В реакции с изменением странности одной из нейтральных компонент, несущих информацию о ядерной мишени, оказывается  $\Lambda$ -гиперон, изучать который несравненно проще, чем нейтрон "обычной" двойной перезарядки.

Следует отметить, что двойная перезарядка с изменением странности может служить источником изобар-аналоговых состояний гиперядер. До настоящего времени двойное изменение заряда первичной частицы с одновременным изменением странности зарегистрировано не было.

Нами впервые были наблюдаемы переходы  $\pi^- \rightarrow K^+$  на ядрах, причем в некоторых реакциях каоны надежно идентифицировались по  $K^- \rightarrow \mu^+ \rightarrow e^+$ -распаду.

Эксперимент выполнен на стопятидесяти сантиметровой фреоновой пузырьковой камере МИФИ при  $P_{\pi^-} = 3,9$  ГэВ/с ( $A = 22,5$ ). Отбирались и измерялись события с одной релятивистской положительно заряженной частицей или явным  $K^+$ -мезоном и одной или двумя  $V^0$ -вилками. Регистрировались также протоны ядерного сопровождения в интервале импульсов  $0,2 \div 0,7$  ГэВ/с и  $\gamma$ -кванты по электрон-позитронным парам конверсии. Средняя эффективность регистрации  $\gamma$ -квантов составляет 56%. Отобранные события соответствовали следующим процессам:

$$\pi^- + A \rightarrow K^+ + \Lambda(\Sigma^0) + m p + n \pi^0 + A', \quad (1)$$

$$\pi^- + A \rightarrow \pi^+ + \Lambda(\Sigma^0) + K^0 + m p + n \pi^0 + A', \quad (2)$$

$$\pi^- + A \rightarrow K^+(\Sigma^+) + \bar{K}^0 + m p + n \pi^0 + A', \quad (3)$$

$$\pi^- + A \rightarrow \pi^+ + K^0 + \bar{K}^0 + m p + n \pi^0 + A', \quad (4)$$

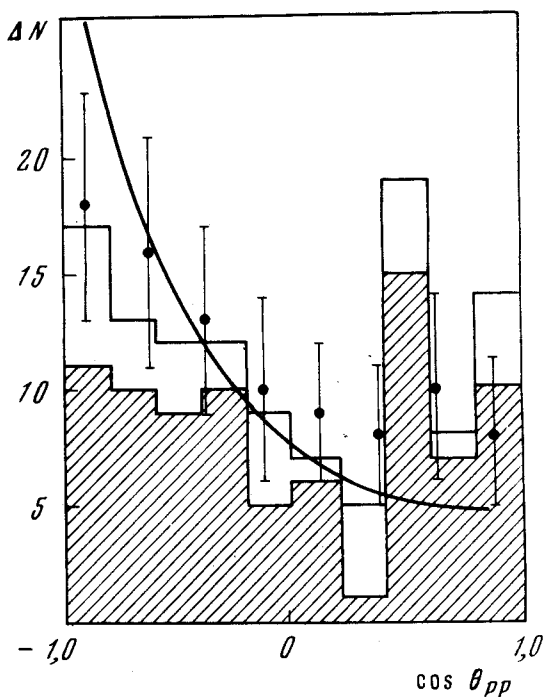
где  $m, n = 0, 1, 2, \dots$ ; (в категорию " $\pi^+$ " включены релятивистские протоны).  $\Lambda$ -гипероны и  $K^0$ -мезоны идентифицировались стандартным образом [5]. Всего обработано 130 тысяч снимков, к реакциям (1) — (4) отнесено 162 события.

В силу специфики камерного эксперимента мы в состоянии надежно идентифицировать лишь сравнительно мягкие заряженные каоны, пробеги которых укладываются в эффективный объем камеры. Таким образом, экспериментально выделяется только часть реакций (1), (3). Однако имеется возможность определить сечения процессов типа  $\pi^- \rightarrow$

→  $K^+$  и без идентификации  $K^+$ -мезона, используя сохранение странности в ядерных взаимодействиях. Для этого необходимо регистрировать не только быструю положительную частицу, но и распады нейтральных странных частиц. По числу зарегистрированных  $\Lambda$ -гиперонов определяется суммарное сечение реакций (1) и (2)  $\sigma_1 + \sigma_2$ . Сечение  $\sigma_2$  можно найти из числа зарегистрированных пар  $K^0 \Lambda^0$ . Выход  $K^0$ -мезонов определяет величину  $\sigma_2 + \sigma_3 + 2\sigma_4$ . Сечение  $\sigma_4$  определяется количеством пар  $K_1^0 K_1^0$ . Для нормировки использовались сечения рождения странных частиц на ядрах фреоновой смеси, измеренные нами ранее [5, 6]. Численные значения всех величин приведены в таблице. Приведено как полное сечение реакций (1) – (4), так и сечение этих реакций без  $\pi^0$ -мезонов. В последнем столбце таблицы дано отношение сечений к полному сечению неупругого взаимодействия  $\pi^-$ -мезонов с импульсом 3,9 ГэВ/с со средним ядром фреоновой смеси ( $\sigma_{\text{неупр}} = 374$  мбн). Сечение процессов с  $\pi^+$ -мезоном в конечном состоянии составляет  $0,43 \pm 0,15$  от полного сечения (1) – (4). Оценки показывают, что поправка в сечениях, связанная с возможной примесью медленных  $\pi^-$ -мезонов, ошибочно принятых за протоны, не превышает 5%.

Величина	Сечение, мбн	Выход ( $\sigma / \sigma_{\text{неупр}}$ )
$\sigma_1 + \sigma_2$	$0,75 \pm 0,14$	$(2,0 \pm 0,4) \cdot 10^{-3}$
$\sigma_2 + \sigma_3 + 2\sigma_4$	$1,40 \pm 0,26$	$(3,7 \pm 0,7) \cdot 10^{-3}$
$\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4$	$1,5 \pm 0,3$	$(4,0 \pm 0,8) \cdot 10^{-3}$
$(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4)$ без $\pi^0$	$0,9 \pm 0,2$	$(2,4 \pm 0,5) \cdot 10^{-3}$
$\sigma_1$	$0,41 \pm 0,17$	$(1,1 \pm 0,4) \cdot 10^{-3}$
$\sigma_2$	$0,34 \pm 0,12$	$(0,9 \pm 0,3) \cdot 10^{-3}$
$\sigma_3$	$0,44 \pm 0,41$	$(1,2 \pm 1,1) \cdot 10^{-3}$
$\sigma_4$	$0,31 \pm 0,15$	$(0,8 \pm 0,4) \cdot 10^{-3}$

Механизм реакции типа двойной перезарядки до настоящего времени не установлен окончательно. Ранее нами для реакции  $\pi^- \rightarrow \pi^+ + (\pi^+ \pi^-)$  был сделан вывод о двухступенчатом характере реакции, когда на первой стадии в элементарном процессе образуется дополнительный мягкий  $\pi^-$ -мезон, поглощающийся на второй стадии [4]. Одним из аргументов в пользу этого вывода было характерное распределение по углу разлета двух протонов сопровождения, очень похожее на распределение в "чистом" захвате ядрами останавливающихся  $\pi^-$ -мезонов. В рассматриваемом случае имеет место аналогичная ситуация (рис. 1). Протоны сопровождения разлетаются в основном под тупыми углами друг к другу. Однако, в отличие от результата работы [4] на рисунке хорошо видны и "струи" протонов сопровождения с малым углом раствора конуса разлета. Если рассортировать события по величине недостающей массы к зарегистрированным продуктам реакции (исключая протоны) в предположении, что реакция идет на покоящемся (одном) нуклоне, то "струи" оказываются в основном принадлежащими



Распределения по косинусу угла между протонами: гистограмма – все события, заштрихованная часть – события с отрицательной недостающей массой, кривая – поглощение остановившихся пионов ядрами углерода, точки – реакция  $\pi^- \rightarrow 2\pi^+\pi^-$  [4]

к событиям с отрицательными квадратами недостающей массы. Следует добавить, что для этой же выборки нами были зарегистрированы реакции (1), (2) с "кумулятивными"  $\Lambda$ -гиперонами, которые могут служить дополнительным доводом в пользу коллективного характера взаимодействий (1) – (4) [7]. Вклад реакций с кумулятивными  $\Lambda$ -гиперонами составляет  $\sim 16\%$  от суммарного сечения реакций (1), (2).

Авторы благодарны А.Друцкому за помощь в работе.

Московский  
инженерно-физический институт

Поступила в редакцию  
8 июня 1979 г.

### Литература

- [1] Ю.А.Батусов С.А.Бунятов, В.М.Сидоров, В.А.Ярба. ЖЭТФ, **46**, 817, 1964.
- [2] F.Gailla et al., Nuovo Cim., **40A**, 31, 1977.
- [3] Н.М.Агабян и др. Сообщения ОИЯИ, Р1-11158, Дубна, 1977.
- [4] А.Д.Василькова и др. ЯФ, **21**, 1022, 1975.
- [5] М.Г.Горнов и др. ЯФ, **27**, 1578, 1978.
- [6] В.С.Демидов и др. ЯФ, **9**, 292, 1969.
- [7] М.Г.Горнов, С.В.Лапушкин, А.К.Поносов, Ф.М.Сергеев. Письма в ЖЭТФ, **28**, 660, 1978.