

ФОТОРОЖДЕНИЕ НЕЙТРАЛЬНЫХ ПИОНОВ НА ВОДОРОДЕ В ПЕРЕДНЮЮ ПОЛУСФЕРУ ПРИ ЭНЕРГИИ 350 МэВ

Д. А. Александров, В. А. Козлов, В. В. Павловская

УДК 539.122

Приведены дифференциальные поперечные сечения процесса фоторождения π^0 -мезонов на водороде, измеренные для углов вылета пиона 10, 30, 50, 70, и 90° в с.п.м. при средней энергии 350 МэВ.

Ситуация с результатами по фоторождению π^0 -мезонов в области резонанса $\Delta(1236)$ до сих пор остается неудовлетворительной. В последние годы в мультипольных анализах фоторождения пионов предпочтение отдавалось объединенному ряду данных Бонна /1/. Однако эти результаты несколько раз пересматривались авторами, и до сих пор нет хорошей согласованности данных, полученных разными методами, особенно для углов меньших 90° в с.п.м. В области малых углов вылета пиона экспериментальные данные либо вообще отсутствуют, либо отрывочны и противоречивы.

В настоящей работе приводятся дифференциальные поперечные сечения процесса $\gamma p \rightarrow \pi^0 p$, полученные при средней энергии падающих фотонов 350 МэВ для пяти значений углов вылета пиона в с.п.м. 10, 30, 50, 70 и 90°. Эксперимент проводился на фотонном пучке синхротрона ФИАН на 650 МэВ. Для регистрации π^0 -мезонов использовался метод $\gamma\gamma$ -совпадений, позволяющий проводить исследования под любыми углами, в том числе близкими к 0°. Детали методики регистрации и экспериментальные условия в основном совпадали с изложенными нами в работе /2/. Главное отличие заключалось в отсутствии обрезания области регистрируемых энергий путем снижения максимальной энергии синхротрона E_{\max} . В данном случае измерения проводились при $E_{\max} = 563$ МэВ. Это позволило увеличить дозу интенсивности, прошедшую в систему коллиматоров, примерно в 3 раза в области интересующих нас энер-

гий. Для получения достаточно хорошего энергетического разрешения при столь высоком значении E_{\max} мы использовали новый метод обработки экспериментального материала. Метод заключался в отборе наблюдаемых событий по некоторым критериям симметрии энергий фотонов распада и сопоставлении их с адекватными событиями, смоделированными в расчетах эффективности регистрации π^0 -мезонов по совпадениям двух γ -квантов. Для каждого из событий (как наблюдаемого, так и расчетного) проверялось выполнение неравенства

$$|E_1 - E_2| / (E_1 + E_2) < \alpha_0, \quad (1)$$

где E_1, E_2 - энергии фотонов распада π^0 -мезона, а α_0 - задаваемый критерий симметрии, выбор которого определяет энергетическое и угловое разрешение установки. Введение такого критерия учитывало то обстоятельство, что для процесса $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$ наиболее вероятен симметричный по углу и энергии распад с минимальным углом разлета между фотонами, который определяется энергией пиона. Подробности метода изложены в работе /3/.

В нашем эксперименте использовалось значение $\alpha_0 = 0,5$. Расчеты показывают, что при этом энергетическое разрешение установки ΔE составляет для всех угловых позиций около ± 30 МэВ при средней регистрируемой энергии $\bar{E} = 350$ МэВ. Разрешение по углу вылета пиона $\Delta\theta \approx \pm 5^\circ$.

Кроме отбора по α_0 в наблюдаемые выходы вносилась поправка на измеряемый одновременно фон случайных совпадений (от 10 до 3%), а также на космический фон ($\sim 2 + 5\%$). Фон от пустой мишени был пренебрежимо малым, что обусловлено ее формой. Потери счета из-за случайных запретов не превышала 1% для экстремальной позиции 0° . Исправленные значения выходов в использовались для определения дифференциальных поперечных сечений с помощью формулы

$$\frac{d\sigma}{d\Omega}(\bar{E}, \cos\theta) = \frac{B}{W \cdot \epsilon_{\pi}(\bar{E}, \cos\theta)}, \quad (2)$$

где $\epsilon_{\pi}(E, \cos\theta)$ - рассчитанная эффективность регистрации процесса при заданном значении α_0 с учетом теоретического хода сечения в пределах энергетического и углового разрешений установки

/3/, W - величина, зависящая от числа ядер в мишени и экспериментально измеренного потока энергии.

Таблица I

Дифференциальные сечения реакции $\gamma + p \rightarrow \pi^0 + p$
при $\bar{E} = 350$ МэВ

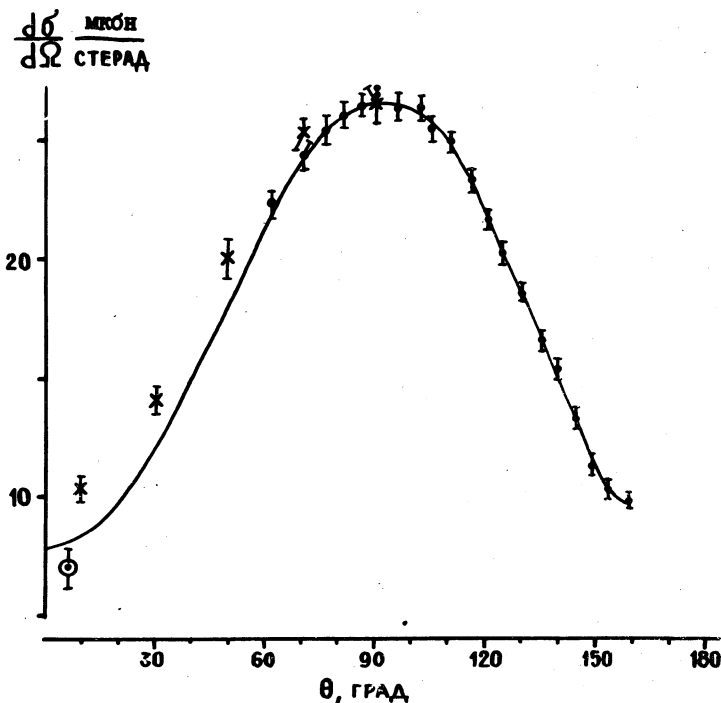
$\bar{\theta}$	$d\sigma/d\Omega$, мкбн/стерад	Ошибки	
		статистическая мкбн/стерад	систематическая мкбн/стерад
10°	10,29	± 0,51	± 0,49
30°	14,04	± 0,51	± 0,59
50°	19,85	± 0,67	± 0,87
70°	24,93	± 0,86	± 1,08
90°	26,34	± 0,81	± 1,24

В таблице I представлены дифференциальные поперечные сечения процесса фоторождения π^0 -мезонов на водороде, приведенные к средней энергии $\bar{E} = 350$ МэВ и углам вылета пионов в с.д.м., разным 10, 30, 50, 70 и 90°, а также статистические и систематические ошибки результатов. Следует отметить, что уменьшение систематических ошибок до 4 + 4,5% связано с использованием нового метода отбора данных по критерию α_0 , при котором ошибка в величине $\xi_T(E, \cos\theta)$ за счет погрешности в определении величины E_{\max} становится пренебрежимо малой. Ошибка, вносимая неточным значением дисперсии спектрометров, определяемой в дополнительных экспериментах, оценивается в 1 + 1,5%. Остальные систематические ошибки аналогичны перечисленным в /2/.

На рис. I представлены измеренные нами дифференциальные поперечные сечения фоторождения π^0 -мезонов на водороде вместе с результатами /1,4/ для энергии $\bar{E} = 350$ МэВ. На том же рисунке приводится график аппроксимации результатов соннского объединенного ряда /1/ формой:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega}(\bar{E}, \cos\theta) = A(\bar{E}) + B(\bar{E})\cos\theta + C(\bar{E})\cos^2\theta. \quad (3)$$

Из рисунка видно, что наши данные в "привязочных" точках (70° и 90°) согласуются в пределах одного стандарта с немецкими. Одна-



Р и с. 1. Дифференциальные поперечные сечения фоторождения π^0 -мезонов на водороде при средней энергии 350 МэВ. Точки: \bullet — /1/; \circ — /4/; \times — наши данные. Кривая — график аппроксимации данных /1/

ко экстраполяция данных Бонна в область малых углов лежит систематически ниже наших новых результатов. Аналогичная ситуация наблюдалась и при энергии 320 МэВ /2/.

Таблица 2

Коэффициенты полинома (3) при $\bar{E} = 350$ МэВ

	A, мкбн/стерад	B, мкбн/стерад	C, мкбн/стерад
Бонн /I/	$26,50 \pm 0,1$	$0,224 \pm 0,36$	$-18,76 \pm 0,43$
Бонн /I/ + ФИАН	$26,54 \pm 0,1$	$0,888 \pm 0,16$	$-18,02 \pm 0,23$

В таблице 2 представлены значения коэффициентов аппроксимирующего полинома (3) и их ошибки, полученные путем совместной аппроксимации наших дифференциальных сечений с объединенным рядом боннских данных /I/. Для сравнения приведены также значения коэффициентов, определенные только по немецким данным. Как и следовало ожидать, включение наших данных для малых углов наиболее существенно изменяет как значение коэффициента B(E), так и точность его определения.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность коллективу группы эксплуатации синхротрона ФИАН, обеспечившему возможность проведения работы.

Поступила в редакцию
23 мая 1977 г.

Л и т е р а т у р а

1. H. Genzel et al., Z. Phys., 268, 43 (1974).
2. Ю. А. Александров и др., Ядерная физика, 25, 80 (1977).
3. Ю. А. Александров и др., Препринт ФИАН № 118, 1977 г.
4. Y. Nemmi et al., Phys. Lett., 43B, 79 (1973).