

## ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ $\omega$ -МЕЗОНА С ПОМОЩЬЮ КРИОГЕННОГО МАГНИТНОГО ДЕТЕКТОРА

*Л.М.Барков, И.Б.Вассерман, П.В.Воробьев, П.М.Иванов,  
Г.Я.Кезерашвили, И.А.Кооп, А.П.Лысенко, В.С.Оханкин, А.А.Михайличенко,  
Е.А.Переведенцев, А.А.Полунин, С.И.Редин, Н.М.Рыскулов, А.Н.Скринский,  
В.П.Смахтин, Е.П.Солодов, Б.И.Хазин, Ю.М.Шатунов, А.И.Шехтман*

На накопителе ВЭПП-2М с помощью детектора КМД получены следующие значения параметров  $\omega$ -резонанса в канале  $e^+e^- \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$ :  $M_\omega = 781,78 \pm 0,10$  МэВ.  $\Gamma_\omega = 8,30 \pm 0,40$  МэВ.  $\sigma_{peak} = 1549 \pm 57$  нб,  $B_{\omega \rightarrow e^+e^-} = (7,2 \pm 0,3) \cdot 10^{-5}$ .

Эксперимент по измерению параметров  $\omega$ -мезона выполнен на накопителе ВЭПП-2М<sup>1</sup> с помощью криогенного магнитного детектора (КМД)<sup>2</sup>. Для регистрации треков заряженных частиц в КМД используется оптическая искровая камера с цилиндрическими электродами, помещенная внутри сверхпроводящего соленоида с магнитным полем до 32 кГс. Высокое пространственное разрешение 50 мкм в перпендикулярной оси пучков плоскости и 1,5 мм в продольном направлении обеспечило разрешение по импульсу 2,5% при импульсе 400 МэВ и хорошую идентификацию заряженных продуктов  $e^+e^-$  столкновений по кинематическим характеристикам частиц.

Запускающая система КМД включает две цилиндрические многопроволочные пропорциональные камеры, расположенные внутри и снаружи искровой камеры и обеспечивающие высокую эффективность запуска детектора.

Для определения средней энергии частиц в накопителе с точностью 15 кэВ впервые при изучении  $\omega$ -мезона использовался метод резонансной деполяризации<sup>3</sup> вместе с системой автоматической регулировки магнитного поля в накопителе для компенсации температурных колебаний его размеров. Из-за большого времени поляризации пучка при энергии  $E \approx 390$  МэВ в области  $\omega$ -мезона, поляризация проводилась при энергии 600 МэВ. Сохранение поляризации пучка при последующем снижении его энергии достигалось методом адиабатического прохождения целого спинового резонанса при  $E \approx 440,65$  МэВ, предложенным в работе<sup>4</sup>.

Для измерения параметров  $\omega$ -мезона проводилось сканирование энергии пучков в накопителе в диапазоне  $2 \times 380 - 2 \times 405$  МэВ и измерялось сечение реакции  $e^+e^- \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$ . Полный набранный интеграл светимости составил около  $50 \text{ нб}^{-1}$ , было снято 310 тыс. фотоснимков. В них было найдено и оцифровано 130 тыс. событий, при этом отбрасывались только те кадры, которые вообще не содержат треков.

Для подавления фоновых процессов  $e^+e^- \rightarrow e^+e^- \gamma$ ,  $\pi^+ \pi^- \gamma$ ,  $\mu^+ \mu^- \gamma$  и фона от космических частиц использовались условия отбора:

$$\Delta \varphi > 15^\circ, \quad 0,45 \leq p/E < 0,725, \quad L < 1 \text{ мм},$$

где  $\Delta\varphi$  — угол расколлинеарности в плоскости, перпендикулярной оси пучков,  $p/E = (|p_1| + |p_2|)/2E$  — полусумма импульсов заряженных частиц, деленная на энергию пучка,  $L$  — минимальное расстояние от двух треков до оси пучка. Было отобрано 3805 кандидатов в  $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ . На рис. 1 приведено распределение отобранных событий по квадрату недостающей массы. Виден пик вблизи квадрата массы  $\pi^0$ -мезона.

По количеству  $3\pi$ -событий, зарегистрированных в каждой энергетической точке, и интегралу светимости определялось сечение изучаемого процесса:

$$\sigma_{e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0} = \frac{N_{\pi^+\pi^-\pi^0}}{L \epsilon_{\pi^+\pi^-\pi^0} (1 + \delta_{\pi^+\pi^-\pi^0})},$$

где  $L$  — интеграл светимости,  $\epsilon_{\pi^+\pi^-\pi^0}$  — эффективность регистрации  $3\pi$ -событий,  $\delta_{\pi^+\pi^-\pi^0}$  — радиационная поправка. Интеграл светимости измерялся по числу событий упругого рассеяния, методика выделения которых описана в <sup>5</sup>. Эффективность регистрации была найдена моделированием прохождения частиц через детектор и оказалась равной  $12,9 \pm 0,1\%$ . Расчет радиационных поправок проводился по формулам, полученным в <sup>6</sup>, точность которых порядка  $0,1\%$ .

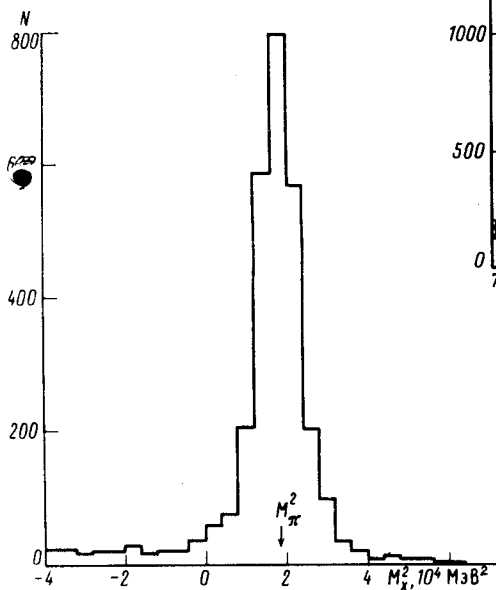


Рис. 1

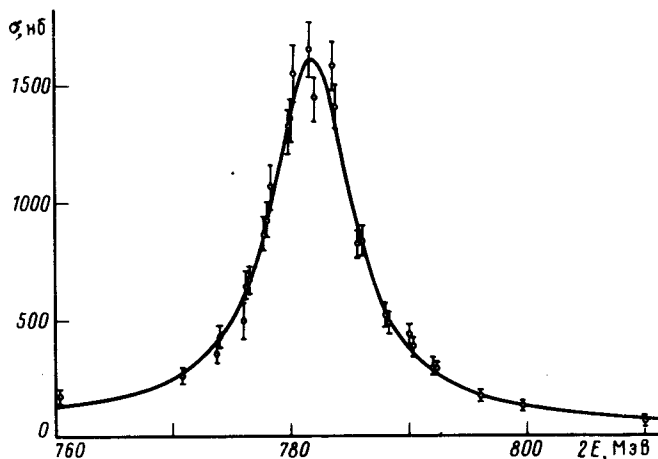


Рис. 2

Полученные значения сечения процесса  $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$  приведены на рис. 2. Для определения параметров резонанса использовалась формула для зависимости сечения от энергии, которая применялась в работе <sup>7</sup>. В качестве свободных параметров использовались параметры резонанса и величина нерезонансного фона. Кривая на рис. 2 соответствует оптимальным значениям параметров  $\omega$ -мезона:  $M_\omega = 781,78 \pm 0,10$  МэВ,  $\Gamma_\omega = 8,30 \pm 0,40$  МэВ,  $\sigma_{peak} = 1549 \pm 57$  нб, фон  $= 69 \pm 9$  нб. При этом  $\chi^2 = 27,3$  при 24 степенях свободы, что соответствует согласию теории с экспериментом 30%. В величину  $\sigma_{peak}$  введена поправка 3,5% на ядерное взаимодействие  $\pi$ -мезонов с веществом стенки внешней пропорциональной камеры (3 мм меди), а также 1,2% на процесс  $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0 \rightarrow e^+e^-\gamma$ , события которого отбрасывались при отборе. Используя соотношение  $\sigma_{peak} = (12\pi/M_\omega^2) \times B_{\omega \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0} \times B_{\omega \rightarrow e^+e^-}$

и табличное значение  $B_{\omega \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0} = 0,896 \pm 0,005$ , получаем значение бранчинга  $B_{\omega \rightarrow e^+ e^-} = (7, 2 \pm 0, 3) \cdot 10^{-5}$ . Во время эксперимента было проведено два независимых сканирования области  $\omega$ -мезона, результаты которых хорошо согласуются друг с другом. Анализ систематических ошибок показывает, что они существенно меньше статистических и для массы  $\omega$ -мезона не превышают 30 кэВ.

### Литература

1. *Тумайкин Г.М.* Труды X Международной конференции по ускорителям заряженных частиц высоких энергий. Серпухов, 1977, 443.
2. *Barkov L.M. et al.* Nucl. Instr. & Meth., 1983, 204, 379.
3. *Букин А.Д. и др.* Труды 5-го Международного совещания по физике высоких энергий и элементарных частиц. Варшава, 1975, 138.
4. *Дербенев Я.С. и др.* Труды X Международной конференции по ускорителям заряженных частиц высоких энергий. Серпухов, 1977, 2, 76.
5. *Аникин Г.В. и др.* Препринт ИЯФ 83-12, Новосибирск, 1983.
6. *Кураев Э.А., Фадин В.С.* ЯФ, 1985, 41, 733.
7. *Курдадзе Л.М. и др.* Препринт ИЯФ 84-07, Новосибирск, 1983.

Институт ядерной физики  
Академии наук СССР СО

Поступила в редакцию  
2 июля 1987 г.