

ПОИСК ВОЗМОЖНОГО ЭКЗОТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ С (1480) НА ВЭПП-2М

*В.М.Аульченко, В.Б.Голубев, С.И.Долинский, В.П.Дружинин,
М.С.Дубровин, П.М.Иванов, В.Н.Иванченко, Е.В.Пахтусова,
А.Н.Перышкин, С.И.Середняков, В.А.Сидоров,
Ю.М.Шатунов, С.И.Эйдельман*

Проведен эксперимент с Нейтральным детектором на электрон-позитронном накопителе ВЭПП-2М по поиску возможного экзотического *C*-состояния с массой около 1,5 ГэВ. Установлен верхний предел произведения электронной ширины $\Gamma(C \rightarrow e^+ e^-)$ на вероятность распада по каналу $\varphi\pi_0$ для *C*-состоиния: $\Gamma(C \rightarrow e^+ e^-)B(C \rightarrow \varphi\pi_0) < 70$ эВ (уровень достоверности 90%).

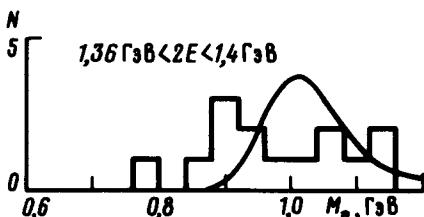
Недавно в Серпухове на установке "Лептон" в реакции $\pi^- p \rightarrow \varphi\pi_0 n$ был обнаружен резонанс в системе $\varphi\pi_0$ с массой около 1,5 ГэВ и с квантовыми числами $J^P C = 1^{--} 1, 2$, названный *C*-резонансом. Отсутствие распада на $\omega\pi_0$ при значительной ширине $\Gamma_c = 130$ МэВ свидетельствуют в пользу экзотической структуры этого состояния. В работе ³, например, выдвинуто предположение, что *C*-резонанс является четырехкварковым мезоном.

Это состояние может также наблюдаться в электрон-позитронных столкновениях, если его электронная ширина $\Gamma(C \rightarrow e^+ e^-)$ является достаточно большой. Мы вели поиск *C*-состоиния в следующей реакции

$$e^+ e^- \rightarrow C(1480) \rightarrow \varphi\pi_0 \rightarrow K_S K_L \pi_0 \rightarrow K_L \pi_0 \pi_0 \pi_0. \quad (1)$$

Эксперимент ⁴ проводился на электрон-позитронном накопителе ВЭПП-2М. Хотя масса *C*-состоиния больше максимальной энергии ВЭПП-2М ($2E = 1,4$ ГэВ), тем не менее из-за большой ширины левый склон резонанса может наблюдаться в эксперименте. Измерения проводились с нейтральным детектором (НД), состоящим из 168 счетчиков с кристаллами NaI(Tl) общим весом 2,6 Т ⁵. Нейтральный детектор позволяет измерять энергии и углы вылета фотонов в телесном угле 0,65 от 4π стерадиан.

Для поиска процесса (1) отбирались события с пятью или более зарегистрированными фотонами в области энергии $2E = 1,28 - 1,40$ ГэВ, в которых было найдено не менее $2\pi_0$ -мезонов. Требовалось также, чтобы суммарный поперечный импульс частиц в событии был меньше 200 МэВ, а полная энергия, выделившаяся в калориметре лежала в пределах от $0,5E$ до $1,4E$. С помощью описанных условий в значительной мере подавляются фоны от космических частиц, частиц выбывших из пучка и событий основного нейтрального процесса в этой области энергии $e^+ e^- \rightarrow \omega\pi_0 \rightarrow \pi_0\pi_0\gamma$ ⁶.



Спектр масс отдачи π_0 -мезонов в многофотонных событиях, отобранных по описанным в тексте критериям; сплошная линия – расчет методом Монте-Карло для процесса $e^+ e^- \rightarrow \varphi\pi_0$, гистограмма – эксперимент.

Основной особенностью искомого процесса (1) является наличие пика в спектре масс отдачи π_0 -мезона. Однако, для отобранных событий соответствующего пика не наблюдается (рисунок). Апроксимируя наблюдаемый спектр суммой линейной функции и кривой, полученной с помощью моделирования для искомого процесса, можно получить верхние пределы сечения процесса $e^+ e^- \rightarrow \varphi\pi_0$ в исследуемой области энергии (таблица), эффективность регистрации которого в описанных критериях отбора составила около 0,6 %.

В таблице приведен также верхний предел произведения электронной ширины на относительную вероятность распада $C \rightarrow \varphi\pi_0$, который был получен с использованием брэйт-вигнеровской кривой с P -волновым фазовым объемом, с учетом зависимости ширины резонанса от энергии и следующими параметрами резонанса: $M_c = 1480 \pm 40$ МэВ, $\Gamma_c = 130 \pm 60$ МэВ². Этот предел определяется сечением процесса $e^+ e^- \rightarrow \varphi\pi_0$ при максимальной энергии пучков $2E = 1,4$ ГэВ.

**Верхние пределы сечения процесса $e^+ e^- \rightarrow \varphi\pi_0$
и пределы произведения $\Gamma(C \rightarrow e^+ e^-)B(C \rightarrow \varphi\pi_0)$ на
уровне достоверности 90 %, полученные в разных экспериментах**

Эксперимент	$2E$ (ГэВ)	σ_{tot} (нб)	$\Gamma(C \rightarrow e^+ e^-)B(C \rightarrow \varphi\pi_0)$ (эВ)
НД	1,28 – 1,32	1,3	130
	1,32 – 1,36	4,1	
	1,36 – 1,40	2,3	
КМД ⁷	1,348	0,5	90
ДМ1 ⁸	1,5 – 1,6	2,2	80
	1,6 – 1,7	0,8	
	1,7 – 1,8	0,5	

Ранее поиск процесса $e^+ e^- \rightarrow \varphi\pi_0$ проводился при энергии 1,348 ГэВ детектором КМД на ВЭПП-2М⁷ и в интервале энергии 1,5 – 2,2 ГэВ детектором ДМ1 в ОРСЭ⁸. В обоих экспериментах изучалась мода распада $\varphi \rightarrow K^+ K^-$. Установленные в этих работах верхние пределы сечения приведены в таблице. Там же приведены верхние пределы произведения лептонной ширины искомого резонанса на вероятность его распада по каналу $\varphi\pi_0$, вычисленные нами описанным выше способом. Используя результаты всех трех экспериментов, можно получить следующий верхний предел:

$$\Gamma(C \rightarrow e^+ e^-)B(C \rightarrow \varphi\pi_0) < 70 \text{ эВ} \text{ (уровень достоверности 90%).} \quad (2)$$

Следует отметить, что найденный верхний предел мог быть заметно ниже, если бы параметры C -резонанса были определены с большей точностью.

Векторные мезоны в этой области масс – $\rho(770)$, $\omega(783)$, $\varphi(1020)$ и $\rho(1600)$ являются согласно общепринятой классификации двухкварковыми состояниями и имеют электронные ширины порядка 1 кэВ. Полученное в нашей работе ограничение (2) значительно меньше этой величины. Если квантовые числа C -состояния действительно равны $J^{PC} = 1^{--}$ и распад $C \rightarrow \varphi\pi_0$ является основным каналом распада, то полученный предел свидетельствует в пользу его экзотического кваркового состава. Теоретические оценки электронной ширины C -состояния в предположении его четырехкварковой структуры затруднены, верхний предел оценивается на уровне 0,5 кэВ⁹.

В заключение авторы выражают признательность Н.Н.Ачасову и Л.Г.Ландсбергу за полезные обсуждения.

Литература

- Битюков С.И. и др. Письма в ЖЭТФ, 1985, 42, 310.
- Bityukov S.I. et al. Preprint IHEP 86/110, 1986, Serpukhov.
- Ачасов Н.Н. Письма в ЖЭТФ, 1986, 43, 410.
- Druzhinin V.P. et al. Preprint INP 84-93, 1984, Novosibirsk; Dolinsky S.I. et al. Preprint INP 85-98, 1985, Novosibirsk.

5. Golubev V.B. et al. Nucl. Instr. Meth., 1984, 227, 467.
6. Dolinsky S.I. et al. Phys. Lett., 1986, 174, 453.
7. Anikin G.V. et al. Preprint INP 83-85, 1983, Novosibirsk.
8. Delcourt B. et al. Phys. Lett., 1982, 113B, 93.
9. Close F.E., Lipkin H.J. Phys. Rev. Lett., 1978, 41, 1263.

Институт ядерной физики
Академии наук СССР
Сибирское отделение

Поступила в редакцию
22 декабря 1986 г.