

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

Б232

13-87-714

А.В.Банников, Я.Бэм, Л.С.Вертоградов,
С.Высочил, Я.В.Гришкевич, А.К.Джавришвили*,
З.В.Крумштейн, Т.А.Ломтадзе*, В.И.Петрухин,
А.И.Харчилава*, Э.Г.Цхададзе*, Г.А.Шелков

КОНВЕРТОРЫ В СТРИМЕРНОЙ КАМЕРЕ
МАГНИТНОГО СПЕКТРОМЕТРА РИСК

Направлено в журнал "Приборы и техника
эксперимента"

* Институт физики АН ГССР, Тбилиси

1. ВВЕДЕНИЕ

Конверторы на основе веществ с большим атомным весом уже использовались в стримерных камерах для регистрации γ -квантов и идентификации электронов и позитронов.

В стримерной камере ЦЕРНА, используемой в эксперименте по исследованию неупругих pp-взаимодействий на встречных пучках^{/1/}, применялись конверторы из пластин окиси свинца (Pb_3O_4), покрытых слоем стекловолокна с двухмиллиметровой пленкой эпоксидной смолы. Конверторы размещались в чувствительном объеме камеры вдоль боковых стенок. Подобранный толщина конверторов 2 см соответствовала одной радиационной единице (X_R).

В стримерной камере ИТЭФ /Москва/^{/2/} для идентификации позитронов с импульсом ~ 200 МэВ/с и детектирования γ -квантов использовались конверторы двух типов: а/ изготовленные из свинцового стекла ТФ5 толщиной 7 мм / $0,35 X_R$ /; б/ из смеси эпоксидной смолы и свинцового сурика /1:4 в весовых долях/ толщиной 0,5 см либо 1,0 см / $0,44 X_R$ /. Вероятность идентификации позитрона составляла $\sim 97\%$, но из-за фонового свечения в зазорах стримерных камер $\sim 15\%$ событий приходилось отбрасывать.

В стримерной камере SLAC^{/3/} использовалось два конвертора из окиси свинца толщиной 1,8 X_R . Конверторы полностью перекрывали межэлектродное пространство камеры и предназначались для идентификации электронов.

В отличие от вышеупомянутых экспериментов, где конверторы использовались только для идентификации электронов и позитронов и для подсчета числа γ -квантов, нашей целью являлось также измерение импульсных и угловых спектров γ -квантов, которые сопровождают $\mu^+\mu^-$ -пары, J/ψ -частицы и частицы с большим поперечным импульсом, родившиеся во взаимодействиях π^- -мезонов с ядрами при $P = 38$ ГэВ/с.

2. ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Основной частью спектрометра РИСК являлась трехзоровая стримерная камера с рабочим объемом / $4,7 \times 0,9 \times 0,8$ / м³/_{4,5}/, помещенная в магнитное поле величиной 1,5 Т. Биполярная высоко-

вольтная система^{6/} обеспечивала питание камеры импульсами электрического поля величиной до 20 кВ/см и длительностью ~ 18 нс. Камера наполнялась рабочей смесью ~ 50% He и ~ 50% Ne при атмосферном давлении. Введение малых добавок электроотрицательного газа SF₆ позволило уменьшить время памяти стримерной камеры до 1-2 мкс. Чувствительный объем камеры просматривался четырьмя парами объективов, поле зрения каждой пары захватывало участок длиной ~ 120 см^{7,8/}.

Число конверторов и мишеней и их расположение в стримерной камере определялись, в основном, требованиями эксперимента по образованию ($\mu^+\mu^-$)-пар и J/ Ψ -частиц. Для детектирования радиационного распада $\chi_c \rightarrow J/\Psi\gamma^*$, когда средний импульс γ -кванта равен $\langle P_\gamma \rangle = 2,8$ ГэВ/с, наиболее приемлемым оказался вариант с пятью конверторами и пятью мишенями /рис.1/. Конверторы расположены на границе и в середине поля зрения объективов и наклонены таким образом, чтобы максимально ограничить их "тень" и обеспечить возможность измерения следов (e^+e^-)-пары от точки выхода их из конвертора. Расстояние между конверторами, равное ~ 60 см, позволяет измерить импульсы электронов с точностью $dp/p \approx 0,04$ р (ГэВ/с).

Выбор толщины конверторов связан с двумя факторами. С одной стороны, эффективность регистрации γ -квантов растет с увеличением толщины конвертора, но, с другой стороны, при этом растут потери энергии на тормозное излучение и их флуктуации, что приводит к увеличению ошибки в определении энергии γ -кванта. Подобранный толщина конвертора ~ 20% χ_R является некоторым компромиссным вариантом.

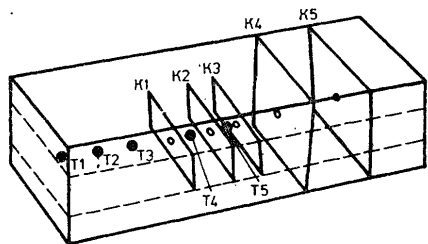


Рис.1. Схема расположения конверторов /К/ и мишеней /Т/ для 5-метровой стримерной камеры.

* Имеются в виду частицы χ_1 и χ_2 с массами 3510 МэВ/с² и 3555 МэВ/с²/9/.

3. КОНСТРУКЦИЯ КОНВЕРТОРОВ

Материалом для конверторов было выбрано свинцовое стекло марки ТФ5 / $\chi_R = (2,2 \pm 0,1)$ см/. Были изготовлены пластины размером 43x18 см² и 43x38 см² средней толщиной 0,47 см. На основе этих пластин для каждого варианта чувствительного объема камеры было собрано по пять конверторов, перекрывающих поперечное сечение камеры либо в среднем зазоре - 3 шт., либо во всех трех зазорах - 2 шт. /см.рис.1/. Поверхность стекла оклеена слоем бумаги или тканью, пропитанной эпоксидной смолой. Это сделано для того, чтобы несколько сгладить резкий скачок величины диэлектрической проницаемости на границе "стекло-газ" /константа диэлектрической проницаемости свинцового стекла $\epsilon \sim 7-8$, а эпоксидная смола имеет $\epsilon \sim 2,4$ /, а также для увеличения механической прочности конверторов. Во избежание бликов и отражений на поверхности стекла нанесен слой черной краски.

В пластинах вырезаны отверстия диаметром 7 см для прохождения первичного пучка. Поскольку пучок отклоняется магнитным полем, центры отверстий смещены относительно оси симметрии конверторов. Так как электрическое поле "вытесняется" диэлектриком, то в непосредственной близости от кромки отверстия образуется область его повышенной напряженности. Поэтому кромка изолирована от рабочего газа камеры. В варианте с 5-метровой стримерной камерой^{4/} для этой цели служит слой пластилина, нанесенный по периметру отверстия, а в варианте двухмодульной камеры^{5/} конверторы имеют на отверстиях оболочку, заполненную фреоном-12 /рис.2/. Оболочка состоит из пенополистироловых /ПС-100/ колец и двух доннышек. Доннышки выдавливались горячим способом из лавсановой пленки толщиной 50-70 мкм. Все детали оболочки склеены эпоксидным клеем.

Стекланные пластины конвертора, располагаемого в отдельном зазоре стримерной камеры, заключены в рамку из винипластовых планок с пазом. Рамка разборная - ее горизонтальные планки склеены эпоксидной смолой со стекланными пластинами, а вертикальные планки закреплены на боковых стенках камеры. Крепление стекол в пазах

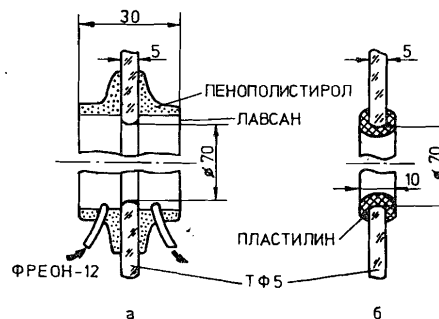


Рис.2. Схема изоляции пучкового отверстия в конверторах: а/ в двухмодульной стримерной камере; б/ в пятиметровой камере.

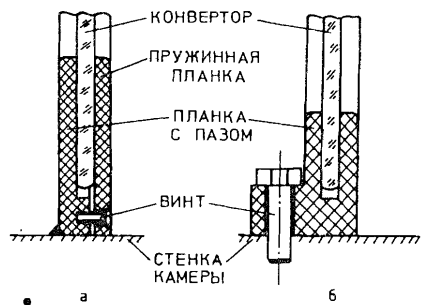
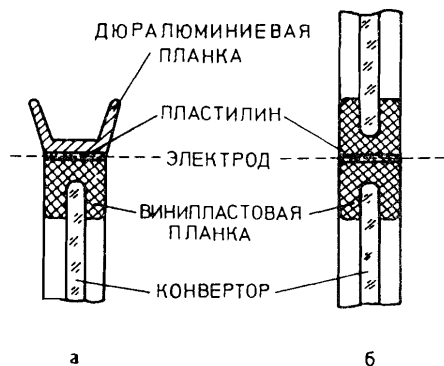


Рис.4. а/ крепление наружных кромок 4-го и 5-го конверторов в 5-метровой стримерной камере; б/ изоляция кромки конвертора в области сеточного электрода камеры.

Рис.3. Схема крепления конверторов: а/ в двухмодульной стримерной камере; б/ в пятиметровой камере.



вертикальных планок - свободное, что исключает механические нагрузки на стекло при деформации боковых стенок камеры. Конструкция крепления несколько различается в двух вариантах стримерной камеры /рис.3а,б/. Кроме того, в четвертом и пятом конверторах 5-метрового варианта камеры наружные, заземляемые сеточные электроды прижимаются с внешней стороны при помощи дюралюминиевых планок /рис.4а/. Возможные щели на границах "конвертор-электрод" и "конвертор-электрод-конвертор" заполнены

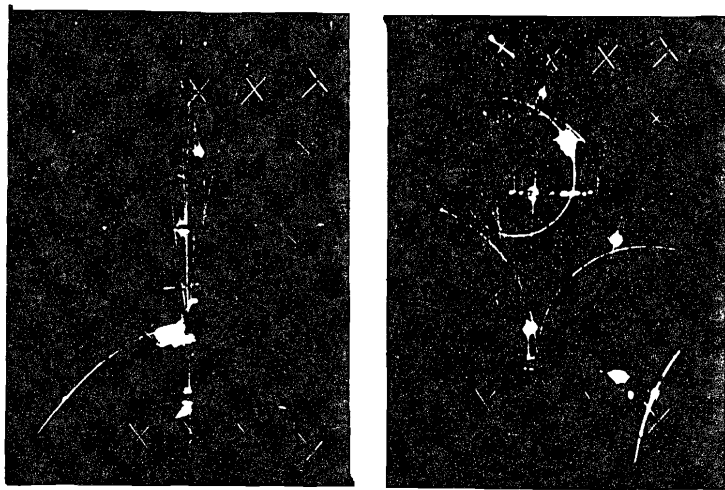


Рис.5. Фотографии типичных случаев конверсии.

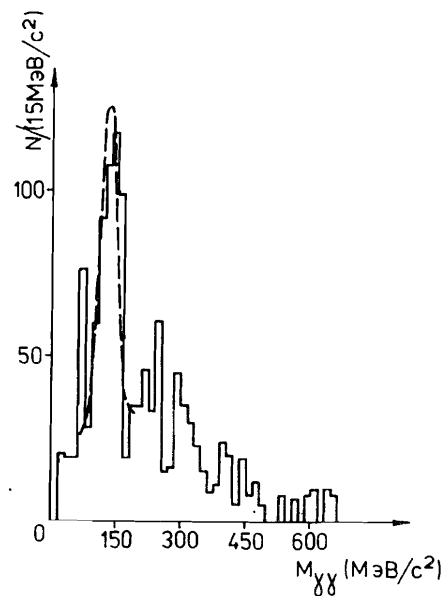


Рис.6. Спектр эффективных масс двух γ -квантов с учетом эффективности их регистрации в стримерной камере.

либо поролоном, либо пластилином, главным образом, для вытеснения рабочего газа из щели /рис.4б/.

Некоторые различия в конструкции конверторов для двух типов камер не привели к сколь-нибудь заметным отличиям в качестве снимков.

После помещения конверторов в стримерные камеры было отснято в варианте /5/ 280 тыс. фотографий, в варианте /4/ - 270 тыс. Типичные случаи конверсии гамма-кванта показаны на

фотографиях /рис.5а, б/.

Точность в измерении энергии γ -кванта оказалась достаточной для детектирования π^0 -мезонов.

В спектре эффективных масс 2 γ -кванта /рис.6/ виден максимум в области массы π^0 -мезона. Форма спектра в области максимума описывается распределением Гаусса со средним значением массы π^0 -мезона, равным $\langle m_{\pi^0} \rangle = 131 \text{ МэВ}/c^2$ и среднеквадратичной ошибкой $\sigma = 18 \text{ МэВ}/c^2$.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Решены методические вопросы по размещению набора гамма-конверторов из свинцового стекла в трехззорной стримерной камере глубиной 80 см. В отличие от предыдущих экспериментов, в которых конверторы использовались только для идентификации электронов и γ -квантов, в нашей работе впервые осуществлено измерение энергии γ -квантов, позволяющее восстановить импульсные и угловые спектры π^0 -мезонов /10/.

Авторы выражают искреннюю благодарность лаборантам ЛВТА за проведение измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Eggert K. et al. Nucl. Instr. and Meth., 1975, 126, p.477.
2. Dayon M.I. et al. Nucl. Instr. and Meth., 1974, 116, p.329.
3. Bunnell K. et al. Proc. of the 1st Int. Conf. on Streamer Chamber Technology, AN1-8055, Argonne, 1972.
4. Javrishvili A.K. et al. Nucl. Instr. and Meth., 1980, 177, p.381.
5. Вертоградов Л.С. и др. Препринт ОИЯИ, P13-8078, Дубна, 1980.
6. Вертоградов Л.С. и др. ПТЭ, 1978, 3, 31.
Банников А.В. и др. ПТЭ, 1985, 2, 36.
7. Андреев Е.М. и др. Препринт ОИЯИ, 13-8550, Дубна, 1975.
8. Boos E.G. et al. Z.Phys.C - Particles and Fields, 1984, 26, p.43.
Barwolff H. et al. Z.Phys.C - Particles and Fields, 1986, 31, p.64.
9. Review of Particle Properties. Phys. Lett., 1986, 170B.
10. Яни Я. и др. Препринт ОИЯИ, E1-87-397, Дубна, 1987.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 сентября 1987 года.

Банников А.В. и др.

13-87-714

Конверторы в стримерной камере магнитного спектрометра RISK

В стримерной камере магнитного спектрометра RISK при проведении экспериментов по изучению эксклюзивных процессов рождения J/ψ -частиц и прямых мюонных пар в π^-C -столкновениях, а также частиц с большими поперечными импульсами в π^- (p, d, C, Cu, Pb)-столкновениях при энергии 38 ГэВ используется набор гамма-конверторов, изготовленных из свинцового стекла марки ТФ5. Описывается конструкция конверторов и методика их использования в стримерной камере. Впервые с помощью этой методики осуществлено измерение импульсных и угловых спектров γ -квантов.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.
Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод О.С.Виноградовой

Bannikov A.V. et al.

13-87-714

Converters in Streamer Chamber of RISK
Magnetic Spectrometer

A set of gamma-converters made of lead glass TF5 was used in the experiments on the study of exclusive processes of production of J/ψ particles and direct muon pairs in π^-C -interactions, as well as of particles with a high transversal momentum in π^- (p, d, C, Cu, Pb)-interactions at 38 GeV in the streamer chamber. Construction of converters and method for using them in the streamer chamber are described. The momentum and angular spectra of γ 's were measured for the first time using such a method.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987