

С 314.121
А-67
ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

К Шрифтотис
У/Т-67
1 - 3050



М.Х. Аникина, Л.С. Барабаш, А.Г. Грачев,
В.В. Ермолаев, В.Д. Инкин, Ю.А. Каржавин,
И.Н. Кухтина, Ю.Р. Лукстиныш, Л.Г. Макаров,
Э.О. Оконов, Г.Г. Тахтамышев, В.И. Устинов,
С.А. Хорозов

УСТАНОВКА

С ПРОВОЛОЧНЫМИ ИСКРОВЫМИ КАМЕРАМИ
И ФЕРРИТОВОЙ ПАМЯТЬЮ НА ЛИНИИ
С ЭЛЕКТРОННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАШИНОЙ

1966

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1 - 3050

4690/1 кр.

М.Х. Аникина, Л.С. Барабаш, А.Г. Грачев,
В.В. Ермолаев, В.Д. Инкин, Ю.А. Каржавин,
И.Н. Кухтина, Ю.Р. Лукстиныш, Л.Г. Макаров,
Э.О. Оконов, Г.Г. Тахтамышев, В.И. Устинов,
С.А. Хорозов

УСТАНОВКА

С ПРОВОЛОЧНЫМИ ИСКРОВЫМИ КАМЕРАМИ
И ФЕРРИТОВОЙ ПАМЯТЬЮ НА ЛИНИИ
С ЭЛЕКТРОННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАШИНОЙ



Описание установки

В настоящей работе приводятся описание и результаты испытаний установки, состоящей из 8 проволочных искровых камер, работающих на линии с электронной вычислительной машиной. Схема установки приведена на рис. 1. Камеры изготовлены на эпоксидных рамках и имеют рабочий объем $250 \times 250 \times 8 \text{ мм}^3$. Окна камер заклеены лавсановой пленкой толщиной 0,1 мм. Электроды намотаны параллельно друг другу проводом толщиной 0,15 мм с шагом намотки 1 мм. Вся система камер продувалась неон-гелиевой смесью (80% Ne + 20% He), которая перед поступлением в камеры пропусклась через этиловый спирт, имеющий температуру 0°C .

В качестве запоминающих элементов камеры использовались ферритовые кольца марки ВТ-5 с прямоугольной петлей гистерезиса, собранные в матрицы 16×16 . Каждая проволочка регистрирующего электрода камеры проходит через одно из колец матрицы. Считывание осуществляется последовательным опросом строк каждой матрицы, после чего информация поступает в схему кодирования. Координаты искр в камерах на выходе схемы представлены в виде 12-разрядных двоичных чисел. Первые четыре разряда составляют номер матрицы, остальные 8 разрядов — номер переброшенного при пробое камеры ферритового кольца. Принцип и схема кодирования описаны в работах ^{1,2/}.

Три полученные таким образом координаты образуют одно 36-разрядное слово, которое передается по линии связи в электронно-вычислительную машину БЭСМ-3М. Передача осуществляется параллельным 46-разрядным кодом (36 разрядов использованы для передачи координат, остальные для передачи служебных признаков) по четырем магистральным кабелям марки МКСБ. Электронная аппаратура связи выполнена на ячейках БЭСМ-3М и включает в себя

приемный блок, расположенный вблизи экспериментальной установки, и стойку связи с ЭВМ, обеспечивающую обмен информацией между ЭВМ и внешними объектами.

Ввод информации в ЭВМ начинается по сигналу "Прерывание", который вырабатывается схемой кодирования, когда на выходном регистре сформировано машинное слово. По этому сигналу (при наличии разрешения прерывания, что обеспечивается программой) ЭВМ входит в прерывание и посылает сигналы "Запрос числа" в виде серии импульсов с периодом $T = 120$ мксек, которые считывают информацию с выходного регистра и передают ее по линии связи с ЭВМ. Время вывода информации из памяти камер составляет 1,5 мсек.

Для оперативного контроля за работой экспериментальной установки применена обратная передача информации из ЭВМ на печатающую машинку типа ЭУМ, находящуюся вблизи установки. В этом случае информация из ЭВМ поступает на передающий регистр стойки связи, далее - в схему управления печатью. Эта схема расшифровывает принятое слово и посылает по линии связи управляющие сигналы, осуществляющие печать одного слова.

Управление камерами производится с помощью четырех спинтиллиационных счетчиков. Импульсы от фотоумножителей подаются на входы 4-канальной схемы совпадений, выходной импульс которой используется для запуска стойки высоковольтного питания камер и схемы считывания информации. В работе исследованы два варианта импульсного высоковольтного питания камер. При обычной схеме питания (один высоковольтный импульс) запись происходит в несколько колец матрицы, что значительно увеличивает объем информации, ухудшает точность регистрации треков частиц. На рис. 2 (кривая 1) приведена зависимость относительного числа перебросенных ферритов на одну искру от напряжения импульсного питания камер. Значительно лучшие результаты дает использование для питания камер двух импульсов разной полярности (см., например, /3/). Импульс положительной полярности выполняет функции пробоя камер и является для ферритовых колец стирающим. Второй импульс - отрицательной полярности - задержан относительно первого и используется для записи. Результаты измерений при этом варианте питания камер приведены на рис. 2 (кривая 2).

Результаты обработки

Из 8 камер 4 давали X-проекцию трека и 4 - Y-проекцию. Камеры выставлялись так, чтобы соответствующие регистрирующие электроды были параллельны друг другу, однако не принималось никаких мер к тому, чтобы начальные точки отсчета всех камер (одной проекции) лежали на одной прямой. Для определения точности измерения координат в камерах отбирались события, где частота вызывала пробой по крайней мере в трех камерах одной проекции. Затем вычислялась величина

$$\Delta = \left(\frac{d_{31}}{d_{21}} - 1 \right) X_1 - \frac{d_{31}}{d_{21}} X_2 + X_3 .$$

Здесь d_{21} и d_{31} - расстояния между первой и второй и первой и третьей камерами, соответственно, а X_1, X_2, X_3 - координаты пробоев в 1-ой, 2-ой и 3-ей камерах. Величина Δ представляет собой приведенную вторую разность и должна быть постоянной величиной, если точки X_1, X_2, X_3 лежат на одной прямой. После отбора некоторого числа таких троек X_1^i, X_2^i, X_3^i ($i = 1, \dots, n, n=50$) проводилась минимизация функционала

$$\Phi = \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{d_{31}}{d_{21}} - 1 \right) X_1^i - \frac{d_{31}}{d_{21}} X_2^i + X_3^i - \Delta \right]^2$$

по параметрам $\frac{d_{31}}{d_{21}}$ и Δ . Полученное таким образом значение $\frac{d_{31}}{d_{21}}$ близко совпадало с результатом непосредственного измерения расстояний между камерами (точность = 2%). Величина Δ зависит от относительного сдвига камер, а величина функционала непосредственно связана с ошибкой измерения координаты в камере:

$$\Delta X = \sqrt{\frac{1}{n} \Phi \cdot \left[\left(\frac{d_{31}}{d_{21}} - 1 \right)^2 + \left(\frac{d_{31}}{d_{21}} \right)^2 + 1 \right]} .$$

В результате вычислений получено значение $\Delta X = 0,8$ мм. Для определения эф-

эффективности отбирались события с пробоями в трех камерах, вычислением величины Δ устанавливалось, что эти три точки лежат на одной прямой, а затем проверялось наличие пробоя в четвертой камере, который находился бы на той же прямой.

Исследовалась зависимость эффективности от напряжения, подаваемого на камеры, и от времени задержки τ второго (записывающего) высоковольтного импульса по отношению к первому. Результаты приведены на рис. 3 и 4.

Была проведена экспозиция установки в измененной геометрии с целью регистрации V^0 -событий (распады K_2^0 -мезонов). При этом 4 камеры регистрировали один трек и 4 - другой. Было зарегистрировано несколько событий, в которых два трека пересекались в пространстве (в пределах точности, обеспечиваемой камерами).

В заключение мы хотели бы выразить благодарность начальникам дежурных смен С. Федукову, С. Перфееву, И. Яловому, М. Ядуге и всему коллективу отдела синхрофазотрона, обеспечившим бесперебойную работу ускорителя, инженерам и операторам БЭСМ-3М за помощь при работе установки на линии с электронно-вычислительной машиной. Мы очень благодарны Н. Графову, В. Липатову, В. Орлову за активное участие в создании установки, а также группе лаборантов за помощь в изготовлении ферритовой памяти.

Литература

1. F. Krienen. *Organization of Triggered Wire Spark Chambers*, by F. Krienen. Geneva. CERN. 28 okt. 1964.
2. Л.С. Барабаш, А.Г. Грачев. Препринт ОИЯИ, 2660, Дубна, 1966.
3. И.А. Голутвин, Ю.В. Заневский, Б.А. Кулаков, Э.Н. Цыганов. Препринт ОИЯИ, Е-2966, Дубна, 1965.

Рукопись поступила в издательский отдел
30 ноября 1966 г.

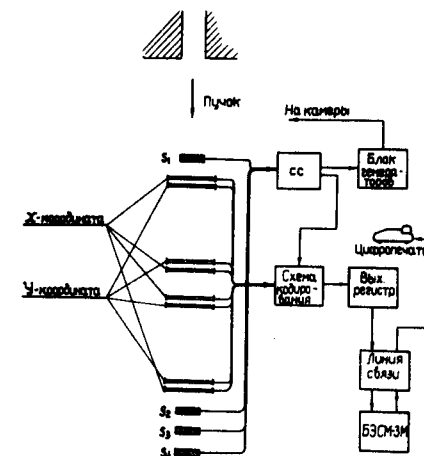


Рис. 1. Блок-схема экспериментальной установки.

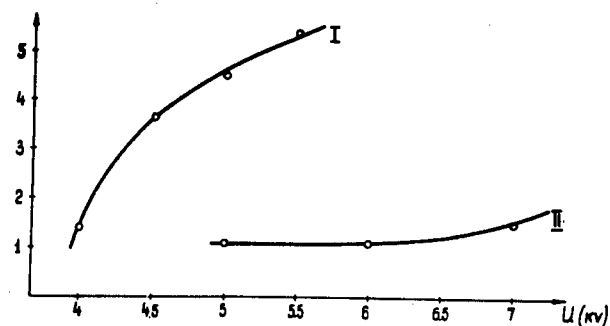


Рис. 2. Зависимость относительного числа записанных ферритов на одну искру от напряжения импульсного питания камер. 1 - один высоковольтный импульс. 2 - два высоковольтных импульса (один пробойный, второй - записывающий).

$U_{\text{зап.}} \backslash U_{\text{пр.}} \text{ (кВ)}$	5	6	6,5
5		0,967	0,920
6	0,938	0,939	0,870
7			0,949

Рис. 3. Зависимость эффективности от напряжений высоковольтных импульсов пробоя и записи.

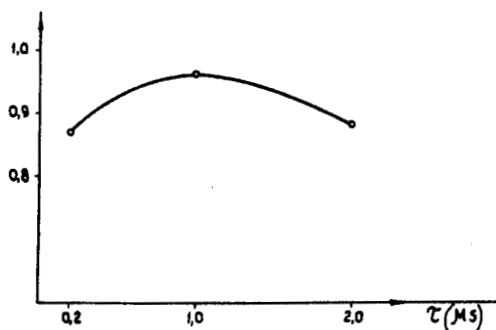


Рис. 4. Зависимость эффективности от задержки импульса записи относительно пробойного импульса.