

УДК 535.853;539.1.07

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕЙФОВЫХ И ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕР В КАЧЕСТВЕ ГОДОСКОПОВ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Р. Б. АЙВАЗЯН, К. Ш. ЕГИЯН, Э. М. МАТЕВОСЯН,
М. С. ОГАНДЖАНИАН, Ю. Г. ШАРАБЯН, К. К. ШИХЛЯРОВ

Ереванский физический институт

(Поступила в редакцию 20 апреля 1983 г.)

Описываются два варианта регистрирующих систем магнитного спектрометра установки «ДЕЙТРОН» на Ереванском электронном синхротроне. В качестве координатных детекторов вместо сцинтилляционных годоскопов в системе магнитного спектрометра используются дрейфовые или пропорциональные камеры. Приводятся экспериментальные и расчетные данные. Показано, что наряду с улучшением импульсного разрешения почти вдвое снижается порог регистрации по импульсу.

1. Введение

Использование годоскопических дрейфовых или пропорциональных камер в качестве регистрирующих элементов в системах магнитного анализа импульсов заряженных частиц вместо сцинтилляционных счетчиков позволяет существенно улучшить ряд параметров магнитных спектрометров. Благодаря высокой «прозрачности» дрейфовых и пропорциональных камер удается практически полностью исключить влияние многократного рассеяния, с одной стороны, и с другой — расширить динамический диапазон в сторону уменьшения пороговой энергии регистрируемых частиц. Применение указанных детекторов обеспечивает лучшее пространственное разрешение за счет уменьшения ширины годоскопической ячейки. Вместе с тем использование годоскопических дрейфовых или пропорциональных камер также, как и сцинтилляционных годоскопов, позволяет проводить обработку информации, как принято говорить, в «реальном» масштабе времени без предварительного запоминания, т. е. непосредственно использовать ее наряду с данными о времени пролета в получении конечного триггера, например, массовых спектров.

2. Установка

Исследование и калибровка годоскопических дрейфовых и пропорциональных камер осуществлялись на экспериментальной установке «ДЕЙТРОН» [1], созданной на Ереванском электронном синхротроне. В используемом варианте спектрометр имеет ряд недостатков, обусловленных применением в качестве годоскопов сцинтилляционных счетчиков. Это при-

водит, во-первых, к ограничению снизу области исследуемых импульсов и, во-вторых, к большим импульсным разбросам, определяемым значительной шириной годоскопических «палочек». Кроме того, вещество сцинтилляторов является причиной многократного рассеяния, приводящего к дополнительному ухудшению импульсного разрешения.

Подробное описание установки «ДЕЙТРОН» и ряд физических результатов, полученных на ней, приводятся в работах [1—3]. Здесь только отметим, что установка предназначалась для исследований процессов фоторождения на ядрах. Установка содержит два плеча, в одном из которых расположен пробежный сцинтилляционный детектор для регистрации в основном протонов, в другом — магнитный спектрометр для выделения как π -мезонов, так и более тяжелых частиц — протонов и дейтронов. Конструкция спектрометра предусматривала установку одновременно с сцинтилляционными годоскопами (СГ1, СГ2) или вместо них дрейфовых (ДК1, ДК2) или пропорциональных (ПК1, ПК2) годоскопических камер. Принцип выделения траекторий независимо от системы годоскопа одинаков: методом совпадения соответствующих импульсов отбираются частицы, прошедшие через определенные зоны в координатных рядах. Количественную оценку результатов измерений на магнитном спектрометре с использованием годоскопических ДК и ПК можно получить сравнением с результатами СГ.

3. Экспериментальная часть и обсуждение результатов

Дрейфовые годоскопические камеры.

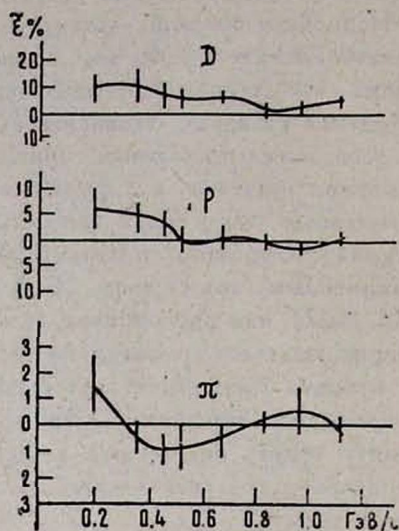
Если для сцинтилляционного годоскопа размер зоны определяется шириной «палочки» и достаточно велик, то в используемых годоскопических ДК дрейфовые промежутки шириной S электронным способом разбиваются на участки ΔS . Подробное описание метода разбиения приводится в работах [4—6]. Здесь же отметим, что реализация нами принципа электронного деления дрейфового промежутка позволила сократить общий объем электронных схем при одновременном улучшении импульсного разрешения магнитного спектрометра. Это достигалось тем, что выделенные нами зоны ΔS как для ДК1, так и для ДК2 имели ширину 2 мм, в то время как для СГ1 и СГ2 они соответственно были 10 и 20 мм.

Однако если для системы ДК в случае прохождения релятивистских частиц момент совпадения импульсов с соответствующих зон (т. е. процесс выделения траектории частицы) обеспечивался простым введением постоянных задержек в каналы ДК1, то в нерелятивистском случае ситуация несколько иная. Так как время дрейфа следов частиц в ДК складывается со временем их пролета между ДК1 и ДК2 и зависит как от скорости, так и от места прохождения частиц через дрейфовые промежутки, то возникает пространственно-временная корреляция, приводящая к появлению «неэффективных» зон в ДК1 и ДК2. Кроме того, это явление может стать причиной «перекачки» частиц из одной зоны в другую, что, в свою очередь, приведет к некоторому ухудшению импульсного разрешения спектрометра.

Для оценки этих величин были проведены соответствующие расчеты методом Монте-Карло [6]. Полученные результаты представлены на рис. 1

и 2. Расчеты проведены для π -мезонов, протонов и дейтронов в импульсном интервале 0,2—1,2 ГэВ/с. На рис. 1 представлены зависимости от импульсов π , p и D «неэффективности» регистрации ε , представляющей собой отношение разности «потерянных» и «приобретенных» частиц к обще-

Рис. 1. Результаты расчета «неэффективности» регистрации π -мезонов, протонов и дейтронов в нерелятивистском случае для годоскопа на основе дрейфовых камер.



му числу зарегистрированных событий. На рисунке видно, что для медленных частиц ε положительно, т. е. следует ожидать ухудшения импульсного разрешения $\Delta p/p$ за счет большего Δp «приобретенных» частиц. Действительно, результаты, приведенные на рис. 2, показывают, что для тяжелых частиц с $p \leq 0,35$ ГэВ/с наблюдается незначительное ухудшение $\Delta p/p$ (кривые 2,3), в то время как для π -мезонов в случае СГ $\Delta p/p$ уже равно 14% в рассматриваемом импульсном интервале [1].

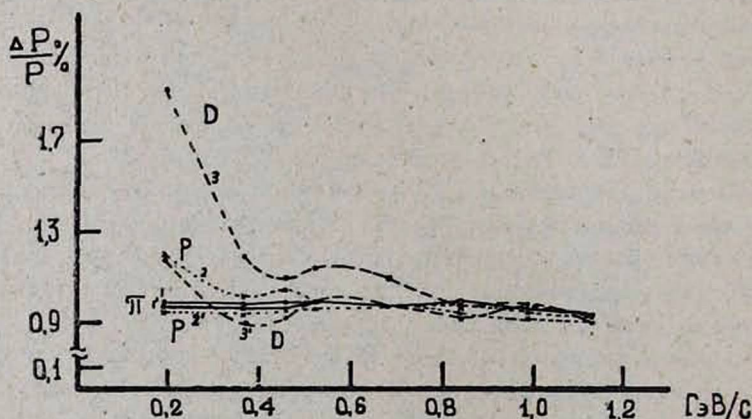


Рис. 2. Импульсное разрешение с учетом эффекта «перекачки» (кривые 1, 2, 3) и без такого учета (кривые 1', 2', 3').

Для экспериментальной оценки результатов были проведены сравнительные измерения с использованием ДК и СГ массовых спектров заряженных частиц, образованных гамма-квантами с энергией 4,5 ГэВ. На

рис. 3 видно, что протонные и π -мезонные «пики» хорошо разделяются. При обратной полярности магнитного поля, как и следовало ожидать, наблюдается только «пик» от π -мезонов.

В связи с отсутствием возможности экспериментального определения импульсного разрешения годоскопа с ДК на монохроматическом пучке частиц это было сделано косвенным путем. Поскольку зарегистрированное число частиц в данной реакции обратно пропорционально импульсному разрешению для годоскопических систем, то отношение данных со спектрометров на СГ и ДК позволяет оценить разрешение ДК. На рис. 4 эти от-

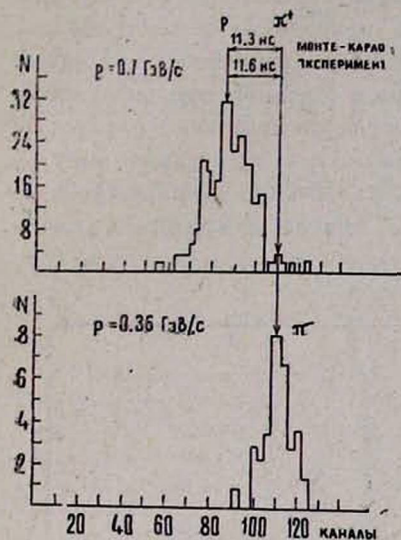


Рис. 3.

Рис. 3. Массовые спектры протонов и π -мезонов при прямой и обратной полярностях тока анализирующего магнита, построенные с помощью годоскопа на ДК.

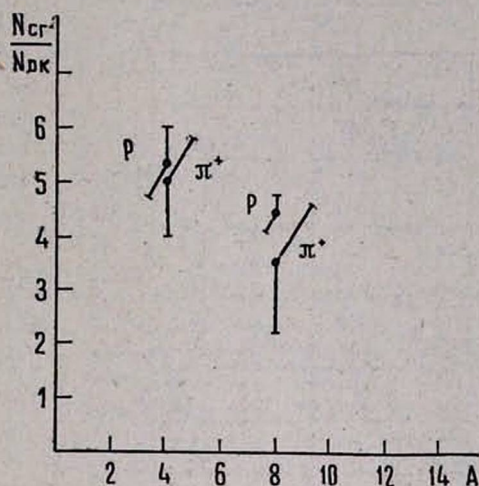


Рис. 4.

Рис. 4. Отношение чисел зарегистрированных протонов и π -мезонов для СГ и ДК при разных значениях тока анализирующего магнита.

ношения приведены для двух значений импульсов частиц. Согласно этим данным величина $\Delta p/p$ для годоскопической системы на основе ДК составляет примерно 4%.

Таким образом, основываясь на приведенных результатах, можно судить о преимуществах использования годоскопических дрейфовых камер в спектроскопии заряженных частиц.

Пропорциональные годоскопические камеры.

В качестве годоскопов использовались пропорциональные камеры ПК1 и ПК2 с расстоянием 2 мм между сигнальными нитями, что при необходимости позволило бы добиться такого же импульсного разрешения, которое мы имели для ДК ($\sim 4\%$).

Однако для удобства сравнения полученных результатов с данными сцинтилляционного годоскопа анодные нити пропорциональных камер были сгруппированы так, что размеры годоскопических зон для ПК1 (8 мм) и ПК2 (16 мм) примерно соответствовали размерам годоскопических «палочек» СГ1 и СГ2. Подробное описание годоскопической системы на основе пропорциональных камер приводится в работе [7].

Здесь мы остановимся только на результатах исследований. Для калибровки использовались данные, полученные при облучении мишени Al^{27} тормозными гамма-квантами с максимальной энергией 4,5 ГэВ при углах регистрации вторичных частиц 50 и 90°. Используя величины импульсов p , выделенных годоскопами СГ и ПК, а также значения времени пролета t , нами построены сравнительные массовые спектры:

$$m = p[(tc/l)^2 - 1]^{1/2},$$

где c — скорость света, l — расстояние, на котором измерялось время пролета. Вид этих спектров для случая ПК (слева) и СГ (справа) [1] при угле 90° приводится на рис. 5. Видно,

что характер полученных массовых спектров в основном совпадает, однако регистрация протонов в случае ПК продолжается и при малых импульсах ($p \leq 350$ МэВ/с, ток 4 А). Кроме того, импульсный интервал регистрации дейтронов более широкий (ток

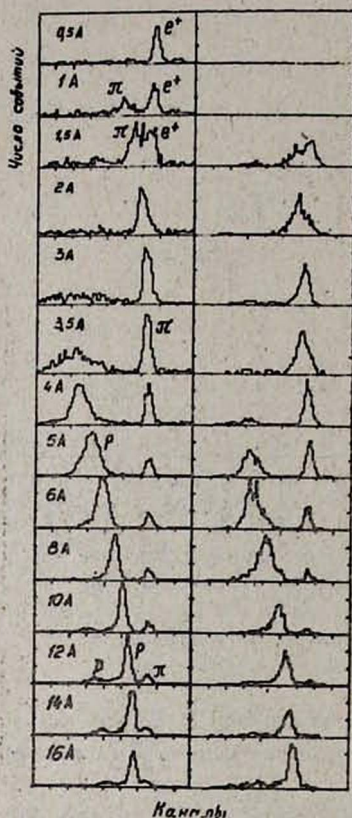


Рис. 5.

Рис. 5. Массовые спектры, измеренные при помощи ПК (слева) и СГ (справа).

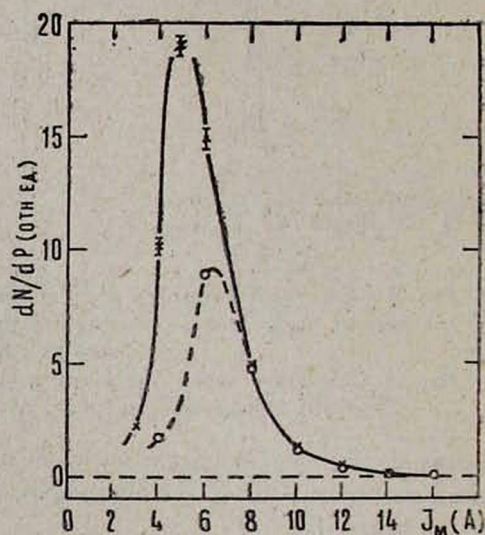


Рис. 6.

Рис. 6. Импульсные спектры для протонов, полученные с помощью ПК (сплошная кривая) и СГ (пунктирная кривая). Значения токов соответствуют импульсному интервалу 0—1,25 ГэВ/с.

10—16 А), а π -мезоны эффективно регистрируются вплоть до $p=90$ МэВ/с (ток 1 А) с четким разделением их от электронов малых энергий (спектры при 0,5—1,5 А).

И, наконец, на рис. 6 представлены импульсные распределения, полученные с помощью СГ и ПК. Видно, что использование ПК позволило продвинуться в область регистрации меньших значений импульсов, понизив порог вдвое.

Обобщив приведенные результаты, можно говорить о целесообразности использования годоскопов на основе дрейфовых или пропорциональных камер там, где необходимо иметь не только высокое импульсное разрешение, но и регистрировать частицы малых энергий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аланакян К. В. и др. Научное сообщение ЕФИ—408 (15), Ереван, 1980.
2. Аланакян К. В. и др. Письма в ЖЭТФ, 32, 666 (1980).
3. Аланакян К. В. и др. Научное сообщение ЕФИ—467 (9), Ереван, 1981.
4. Волчинский В. Г. и др. Материалы IX Международного симпозиума по ядерной электронике, Варна, 1977, с. 150.
5. Бартикян М. В. и др. Научное сообщение ЕФИ—367 (25), Ереван, 1979.
6. Айвазян Р. Б. и др. Научное сообщение ЕФИ—392 (50), Ереван, 1979.
7. Айвазян Р. Б. и др. Научное сообщение ЕФИ—493 (36), Ереван, 1981.

ՓՈՐՁԱՐԱՐԱԿԱՆ ՍԱՐՔԵՐՈՒՄ ԴՐԵՅԶԱՑԻՆ ԵՎ ՀԱՄԵՄԱՏԱԿԱՆ ԽՅԻՆԵՐԸ ՈՐՈՂԵՍ ՀՈԴՈՍԿՈՊՆԵՐ ԿԻՐԱՌԵԼՈՒ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ռ. Բ. ԱՅՎԱԶՅԱՆ, Կ. Շ. ԵՂՅԱՆ, Է. Մ. ՄԱԹԵՎՈՍՅԱՆ,
Մ. Ս. ՕԶԱՆԶԻԱՆՅԱՆ, ՅՈՒ. Գ. ՇԱՐԱԲՅԱՆ, Կ. Կ. ՇԻԽԼՅԱՐՈՎ

Նկարագրվում է Երևանի էլեկտրոնային սինքրոտրոնում «Դեյտրոն» սարքի մագնիսական սպեկտրոմետրի գրանցումային համակարգի երկու տարբերակի Մագնիսական սպեկտրոմետրի համակարգում սցինտիլյացիոն հողդակույների փոխարեն իբրև կոորդինատային դետեկտորներ օգտագործվում են դրեյֆային և համեմատական խցիկները ծույց է տրվում, որ իմպուլսային լուծման բարելավման հետ մեկտեղ գրեթե կրկնակի իջնում է գրանցման շեմը ըստ իմպուլսի:

ON THE POSSIBILITY OF USING DRIFT AND PROPORTIONAL CHAMBERS AS HODOSCOPES IN EXPERIMENTAL SETUPS

R. B. AJVAZYAN, K. Sh. EGIYAN, E. M. MATEVOSYAN,
M. S. OGANDZHANYAN, Yu. G. SHARABYAN, K. K. SHIKHLYAROV

Two versions of the detection system designed for the magnetic spectrometer of "Deuteron" setup at the Yerevan Electron Synchrotron are described. Drift and proportional chambers were used as coordinate detectors instead of scintillation hodoscopes. Along with the improvement in momentum resolution, the threshold of momentum determination proved to be half as much as that for the scintillation hodoscope case.