

индекс 3624

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ  
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЕФИ-565(52)-82

А.З.БАБАЯН, Р.Л.КАВАЛОВ, Ю.Л.МАРГАРЯН,  
Л.К.ПАРЛАКЯН, Р.Г.ХАЧАТРЯН

ПОСТОЯННЫЙ МАГНИТ С РЕГУЛИРУЕМОЙ  
НАПРЯЖЕННОСТЬЮ ПОЛЯ ДЛЯ ЭМИССИОННЫХ  
ДЕТЕКТОРОВ ЧАСТИЦ

ԵՐԵՎԱՆ 1982 ԵՐԵՎԱՆ

В последние годы в экспериментальной ядерной физике нашли широкое применение детекторы временной отметки на основе вторичной электронной эмиссии. Основное достоинство этих детекторов состоит в том, что они прозрачны (количество вещества на пути регистрируемой частицы в них ниже  $10^{-5}$  г/см<sup>2</sup>) и обладают высоким временным разрешением  $\tau \sim 10^{-10}$  с. К этим детекторам относятся также и детекторы на основе управляемой вторичной электронной эмиссии (УВЭЭ) [1,2], в которых в качестве эмиттеров вторичных электронов используются рыхлые диэлектрические слои, обладающие коэффициентом вторичной эмиссии на несколько порядков больше, чем у обычно используемых эмиттеров из углерода, золота, коллодия и др. Сбор вторичных электронов на регистрирующий счетчик (сцинтиллятор, микроканальная пластина, полупроводниковый детектор) в детекторах УВЭЭ осуществляется с помощью электростатических фокусирующих систем. Такой способ сбора вторичных электронов имеет несколько недостатков, которые ограничивают область их применения. К их числу, с одной стороны, относятся необходимость высоковольтного (10-15 кВ) питания, а также трудности расчета и моделирования фокусирующего электро-

статического поля для нахождения фокальных расстояний системы. С другой стороны, при регистрации частиц "на прострел" возникает необходимость располагать детекторы под некоторым углом относительно траектории частицы, чтобы пролетающая через эмитер частица не задевала регистратор. Это обстоятельство значительно уменьшает рабочую площадь и увеличивает эффективную толщину эмитера на пути частицы. Наряду с вышеперечисленными, применение электростатических фокусирующих систем приводит также к ухудшению временного разрешения детектора, связанного с разбросом длин траекторий вторичных электронов, пролетающих от эмитера к регистратору.

Для преодоления недостатков фокусирующих систем в настоящее время в указанных детекторах используется способ изохронного переноса вторичных электронов с эмитера на регистратор с помощью магнитов или электростатических зеркал [3,4]. Наиболее просты как в изготовлении, так и эксплуатации магнитные системы. Различные авторы используют как постоянные магниты, так и электромагниты [5+7]. С точки зрения простоты конструкции и удобств использования в вакуумных объемах постоянные магниты имеют преимущества над электромагнитами, так как они не требуют электрического питания и не портят вакуума вследствие гажения при нагреве. Однако, при настройке детектора на оптимальный режим работы возникает необходимость регулировки напряженности магнитного поля, что в используемых ранее постоянных магнитах не осуществлялось.

В настоящей работе описывается конструкция постоянного магнита и метод регулировки поля в его зазоре, а также приводятся результаты измерения однородности поля этого магнита.

Схематическое изображение магнита приведено на рис.1. Магнит состоит из двух намагниченных оксидно-бариевых пластин-полюсов (1) марки I6BA - I90 размерами 120x80x15 мм<sup>3</sup>, установленных на каркасе. Каркас магнита изготовлен из двух стальных (Ст-3) шлифованных пластин (3) размерами 150x80x6 мм<sup>3</sup>, закрепленных друг с другом в четырех углах с помощью латунных шпилек. Зазор между пластинами (3) выбран равным 40 мм, куда вставляется детектор УВЗЭ, выполненный в виде отдельного модуля. Все перечисленные выше размеры магнита продиктованы размерами самого детектора. Данный магнит предназначен для детектора с рабочей площадью ~ 3 см<sup>2</sup>. Очевидно, что при увеличении размеров детектора необходимо пропорционально увеличить и размеры магнита. Регулирование величины напряженности магнитного поля в зазоре осуществляется изменением магнитного сопротивления между пластинами (3), т.е. подключением с обоих торцов каркаса ферромагнитных перемычек (2) из Ст.-3 толщиной 4 мм различной площади. На рис.2 приведена зависимость величины магнитного поля от площади перемычек. Как и следовало ожидать, с увеличением площади перемычек поле в зазоре магнита убывает по закону Ома для магнитных цепей. Как видно из этой кривой, для данного магнита подбором площади перемычек можно выбирать напряженность магнитного поля в пределах от 0 до 300 Гс.

Важным требованием к таким магнитам является их однородность в рабочем объеме детектора. Это требование определяется временным разбросом при изохронном переносе вторичных электронов от эмитера к регистратору. Радиус кривизны траекторий электронов определяется выражением [5]

$$\rho = 3,38 \sqrt{Ee/H} ,$$

где  $E_e$  - энергия электрона в электронвольтах,  $H$  - напряженность магнитного поля в гауссах. Из этого выражения легко получить зависимость времени пролета  $t$  электронов с энергией 2 кэВ от напряженности магнитного поля:

$$t = 179/H$$

Отсюда следует, что для получения разброса времени  $\Delta t \leq 50 \cdot 10^{-10}$  с необходимо обеспечить однородность магнита лучше  $\pm 1\%$  на уровне  $H \approx 100$  Гс. На рис.3 приведено распределение напряженности магнитного поля по оси  $Y$ . Рабочая область магнита на рисунке отмечена перпендикулярными прерывистыми линиями. Во всей области сохраняется однородность, не превышающая  $\pm 0,5\%$  от установленного значения поля. Такая же картина наблюдается по направлению оси  $Z$ , и мы её не приводим из-за малости рабочей области по направлению  $Z$ , которая составляет  $\pm 10$  мм. Несколько хуже картина топографии поля в направлении  $X$ . Как видно из рис.4, из-за рассеивания поля на краях магнита нарушается однородность поля в рабочей области в пределах до  $\pm 3\%$  (кривая I). С целью увеличения области однородности поля используются ферромагнитные тонкие пластины (рис.1,4) шириной 10 мм, которые устанавливаются симметрично по краям магнита. Кривая 2 (рис.4) соответствует распределению поля при наличии прокладок.

Таким образом, предлагаемый магнит обеспечивает регулирование поля в широком диапазоне при неоднородности поля в рабочей области не превышающей  $\pm 0,5\%$ . Подобные магниты могут успешно применяться в эмиссионных детекторах временной отметки.

В заключение авторы благодарят Саркисяна К.Г., Давтяна Л.Г. за помощь в изготовлении опытных образцов магнита

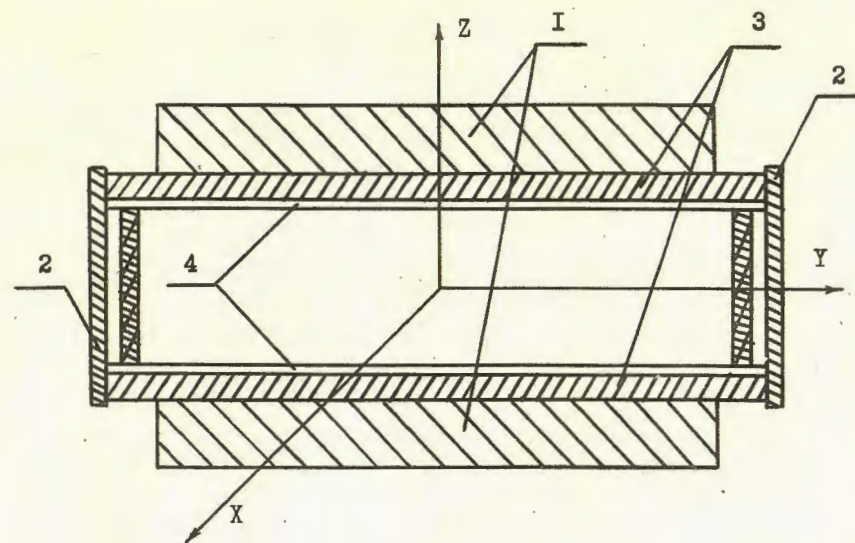


Рис. 1.

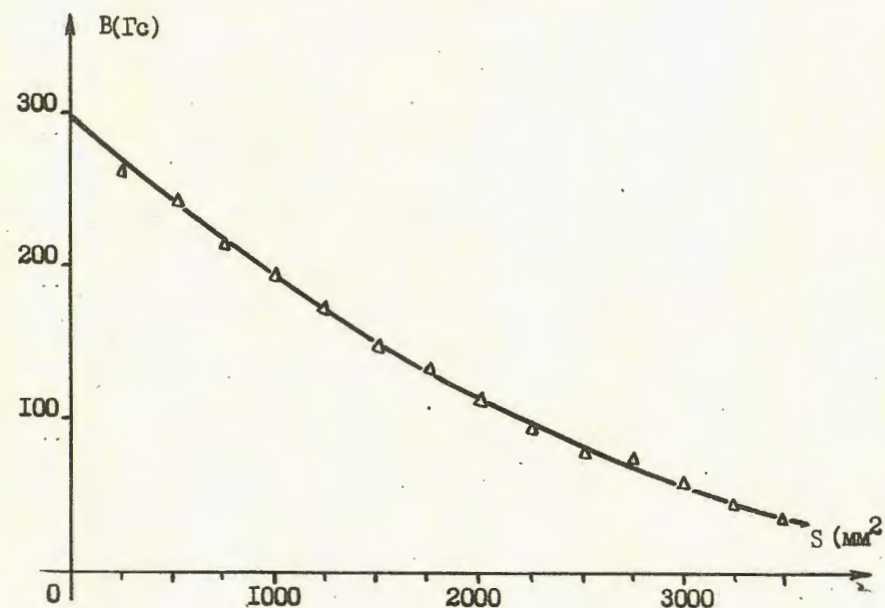


Рис. 2.

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

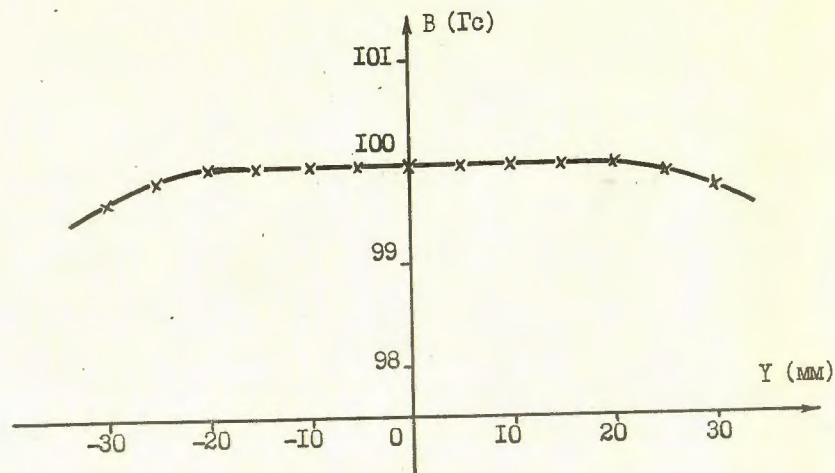


Рис. 3.

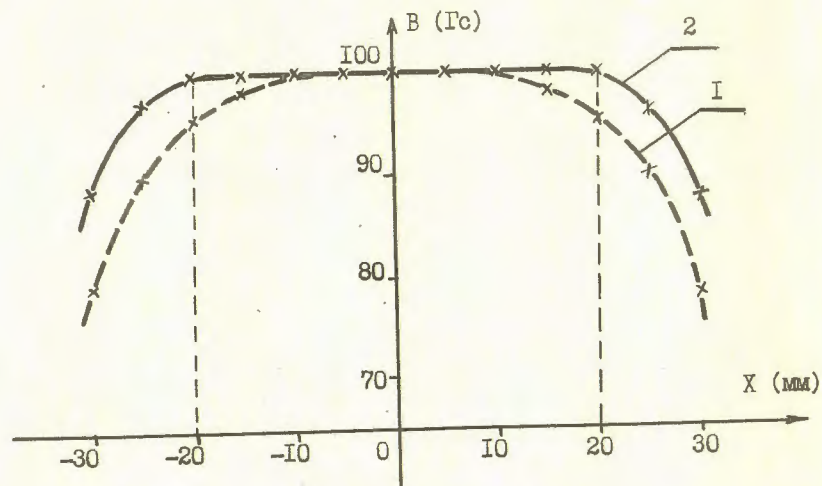


Рис. 4.

- Рис.1 Схематический вид постоянного магнита:  
 1 - намагниченные оксидно-бариевые плитки,  
 2 - стальные перемычки-шунты,  
 3 - стальные пластины каркаса магнита,  
 4 - тонкие стальные прокладки.

- Рис.2 Зависимость магнитной индукции поля в зазоре от площади шунтирующих перемычек.

- Рис.3 Распределение магнитного поля в осевом направлении Y

- Рис.4 Распределение магнитного поля в осевом направлении X  
 1 - топография поля без прокладок (4)  
 2 - топография поля с прокладками.

