

С 3450

Г-944

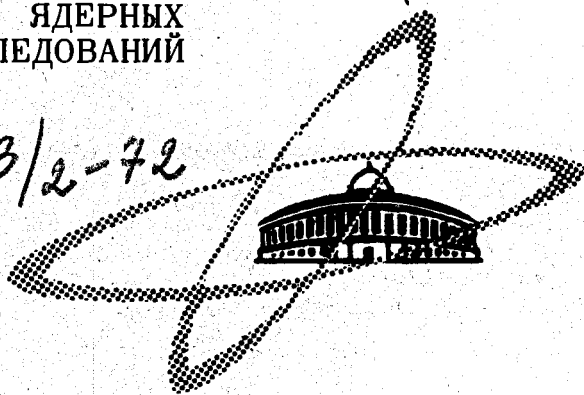
24/III-72

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

13 - 6186

943/2-72



6186

У.Г. Гулямов , В.Г. Колесник , А.Г. Кочуров,
В.Б. Любимов, Д.Н. Небольсин ,
М.И. Соловьев, Р.В. Тепляков

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИМПУЛЬСНЫЙ БЕЗЖЕЛЕЗНЫЙ МАГНИТ
ДЛЯ ДОЗИРОВКИ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ
ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ НА ПУЗЫРЬКОВЫЕ КАМЕРЫ

1972

У.Г. Гулямов*, В.Г. Колесник*, А.Г. Кочуров,
В.Б. Любимов, Д.Н. Небольсин*,
М.И. Соловьев, Р.В. Тепляков*

**ИМПУЛЬСНЫЙ БЕЗЖЕЛЕЗНЫЙ МАГНИТ
ДЛЯ ДОЗИРОВКИ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ
ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ НА ПУЗЫРЬКОВЫЕ КАМЕРЫ**

**Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА**

* Сотрудники Института ядерной физики АН УзССР, Ташкент

Импульсный безжелезный магнит был разработан для выделения из пучка заданного числа частиц, направляемых на 2-метровую пропановую пузырьковую камеру ОИЯИ /1/. Камера установлена в Институте физики высоких энергий на пучке отрицательных пионов с импульсом 40 Гэв/с. При разработке магнита учитывалась также возможность его использования в системе дозировки частиц с импульсом до 70 Гэв/с.

На рис. 1 показана блок-схема системы дозировки. Эта система состоит из импульсного магнита, электронной аппаратуры, регистрирующей число частиц, направляемых на камеру, схем управления и дозировки с программным устройством, блоков питания магнита и тиристорных блоков, а также блоков контроля и блокировок. После пропускания заданного числа частиц на камеру программное дозирующее устройство через тиристорные ключи в определенной последовательности разряжает конденсаторные батареи блоков питания на обмотку магнита, создавая магнитное поле, которое отклоняет все частицы, идущие после того, как прошло заданное количество частиц.

Для аналогичных целей до настоящего времени использовались магнитные системы, в которых:

- а) имеется одна обмотка, расположенная на участке ионпровода /2/, или
- б) несколько обмоток, намотанных на специальных сердечниках /3/.

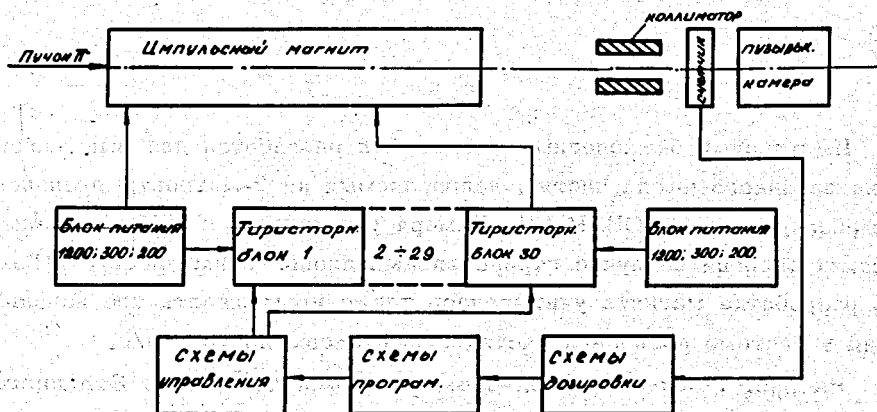


Рис. 1. Блок-схема системы дозироваки.

Система дозирования, описанная в /2/, предназначена для отклонения частиц с импульсом до 5 Гэв/с. Система, описанная в /3/, предназначена для работы с частицами с импульсом 1 Гэв/с. Для отклонения частиц с импульсом 40-70 Гэв/с обе эти системы практически не пригодны.

Перед нами стояла задача - создать такой магнит, который бы:

- 1) отклонял частицы с импульсом до 70 Гэв/с на угол ~ 3 мрад;
- 2) имел передний фронт нарастания магнитного поля близкий к 10 мксек;
- 3) обеспечивал длительность стола импульса поля не менее 5 мсек.

Угол отклонения определяется геометрией канала заряженных частиц. Крутой передний фронт нужен для четкой отсечки частиц, идущих сверх заданного количества. Чем круче фронт - тем надежнее дозировка. Длительность стола импульса поля определяется принципами работы пузырьковых камер. Время роста пузырьков до фотографирования 2-4 мсек. После того как фотографирование произведено, поток через камеру "лишних" частиц не опасен.

Созданы две модификации магнита.

Первая - в качестве отклоняющего устройства использовался одновитковый безжелезный контур, образованный двумя параллельно расположенными плоскими медными шинами сечением 130x10 мм и длиной 7 м. На эти шины разряжались три (и более) группы конденсаторов, заряженных до соответствующих напряжений.

Вторая модификация - шины рассечены вдоль траектории частиц на 30 автономных сегментов, изолированных друг от друга. Эта модификация может применяться как для отклонения "лишних" частиц, так и для раскладки частиц в одной из плоскостей камеры. Каждый виток питается от своей индивидуальной системы, что позволяет включать их как все одновременно, так и каждый отдельно или группами со сдвигом во времени. Такая система позволяет изменять конфигурацию поля в поперечном сечении.

Объем магнитного поля для обоих вариантов был одним и тем же - $7 \times 13 \times 700 \text{ см}^3$. Напряженность магнитного поля регулировалась в пределах от 100 до 1400 эрстед.

Задержка времени для включения тиристорных блоков оказалась не превышающей 0,5 мсек. Длительность плато магнитного поля регулировалась от 4 до 7 мсек. Нарастание переднего фронта ~ 10 мсек. В первой модификации фронт ~ 5 мсек.

В экспериментах используется вторая модификация магнита, как наиболее универсальная.

Питание магнита состоит из 30 одинаковых блоков.

Принципиальная схема блока показана на рис. 2. Формирование импульса тока в витке осуществляется тремя или более цепями из конденсаторов и тиристоров. Передний фронт импульса создается открыванием тиристоров 1 и 2, длительность регулируется тиристором 4. Для соединения импульсов переднего фронта и длительности включается тиристор 3. Для обеспечения плато магнитного поля батареи конденсаторов с емкостью 4500 и 14850 мкф подбирались из конденсаторов с разной собственной индуктивностью.

Защита тиристоров и захват тока обратной полуволны осуществляются подключением параллельно витку мощных высокочастотных вентиляй.

Общий вид магнита на канале показан на рис. 3. Магнит работал с каждым циклом ускорителя, т.е. с периодичностью 7-8 сек. Проведено несколько сот тысяч циклов. Все блоки и устройства работали нормально.

На рис. 4 приведена схема импульсов тока в витке и результирующая составляющая, характеризующая величину магнитного поля в рабочем объеме - пунктирная кривая. Величина магнитного поля обеспечивает необходимое отклонение частиц от их первоначального направления.

Как было сказано выше, включение витков осуществляется программным устройством. При одновременном включении всех витков форма

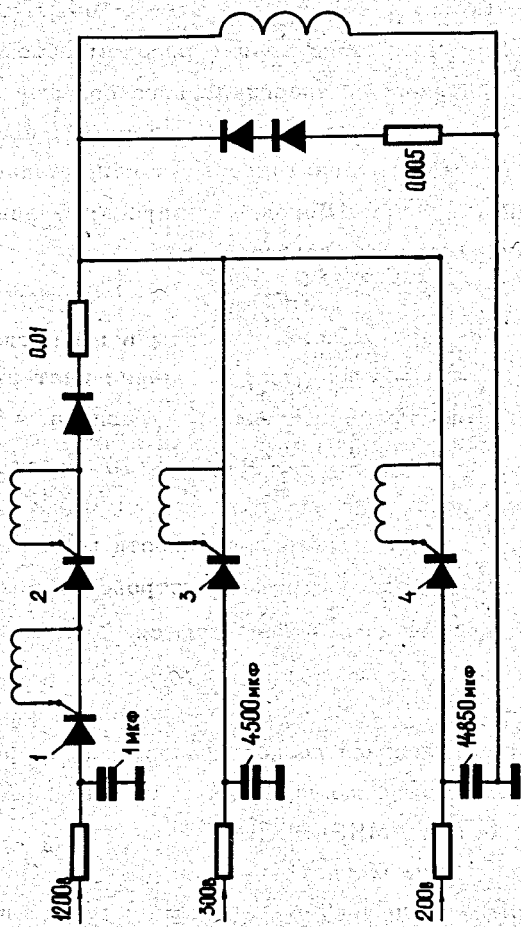


Рис. 2. Принципиальная схема блока питания магнита.

результатирующей кривой будет повторять форму кривой для одного витка. При включении витков группами или по специальной программе форма кривой будет, естественно, отличаться от кривой для одного витка, показанной на рис. 4.

При расчетах импульсного магнита в первую очередь оценивалась величина напряженности магнитного поля в рабочем объеме.

Для частицы с кинетической энергии, много большей массы покоя, с зарядом, равным единице, импульсом P (в эв/с), движущейся под прямым углом к направлению магнитного поля напряженностью H (в эрстедах), из-за действия силы Лоренца радиус кривизны траектории (в см) дается известным соотношением,

$$R = \frac{PC}{300H}$$

Из рассмотрения схемы движения частицы в магнитном поле находим величину поля, требующуюся для отклонения частицы с энергией

$Pc = 70$ Гэв на заданный угол $\alpha = 3 \cdot 10^{-3}$ радиана

$$H = \frac{Pca}{300L} = \frac{70 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{300 \cdot 7 \cdot 10^2} = 1 \cdot 10^3 \text{ эр.}$$

Здесь L -длина магнита.

Для получения нужной величины напряженности магнитного поля были рассчитаны токи и мощность питающего устройства по формулам из работ /4/. Расчетные данные хорошо согласуются с экспериментальными величинами.

Импульсный магнит работал на канале отрицательных частиц с импульсом 40 Гэв/с и обеспечивал дозировку частиц на 2-метровую пропановую камеру, а также на канале протонов с импульсом 70 Гэв и обеспечивал дозировку на камеру "МИРАБЕЛЬ".

Характеристики работы магнита на этих каналах описаны в /5/.

Авторы благодарны Юлдашеву А.А. за обсуждения и ценные советы, Алееву А.Н., Ичалову В.В., Горшкову В.М. за установку магнита на каналах и разработку схемы контроля, Кузнецову В.В., Лапшову С. А. за монтаж схем питания магнита, Власову Г.В. и Степченко В.И. за разработку чертежей.

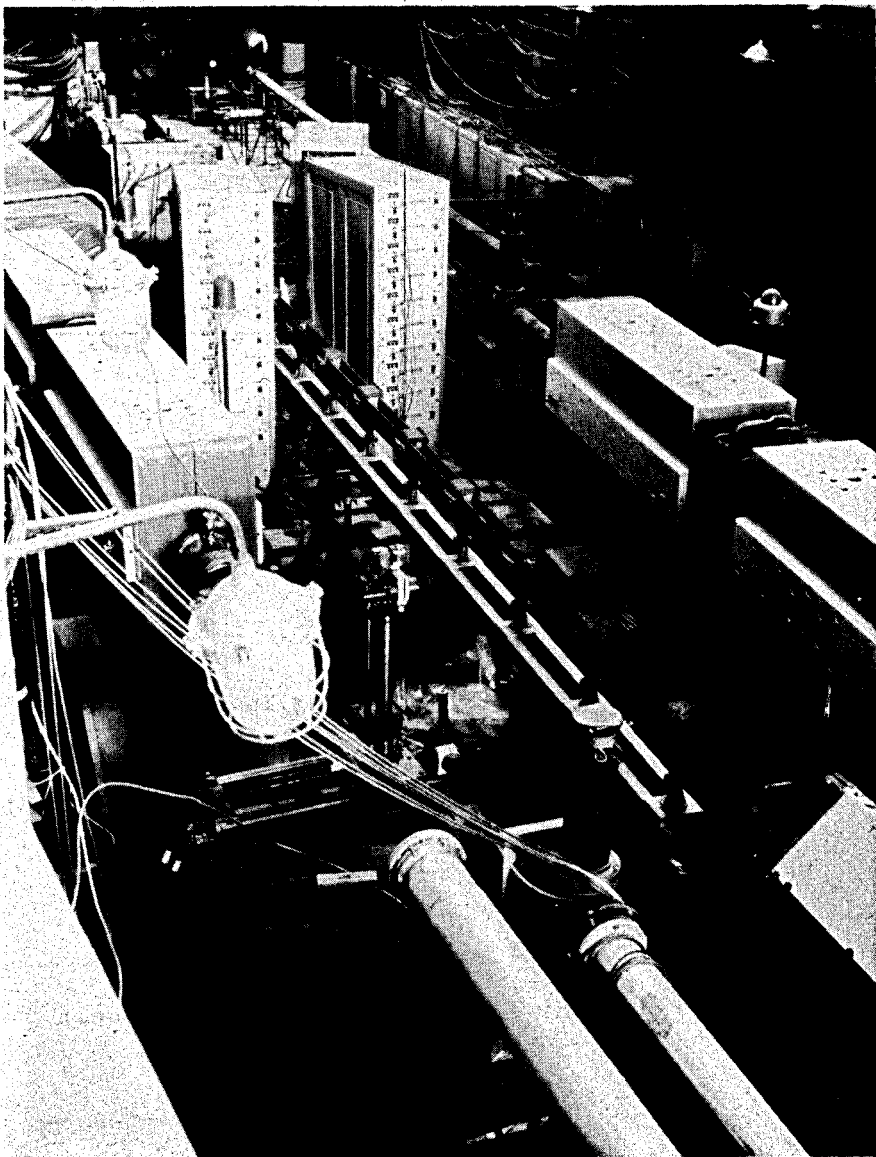


Рис. 3. Общий вид магнита со стойкой питания на канале π^- -мезонов 40 Гэв/с.

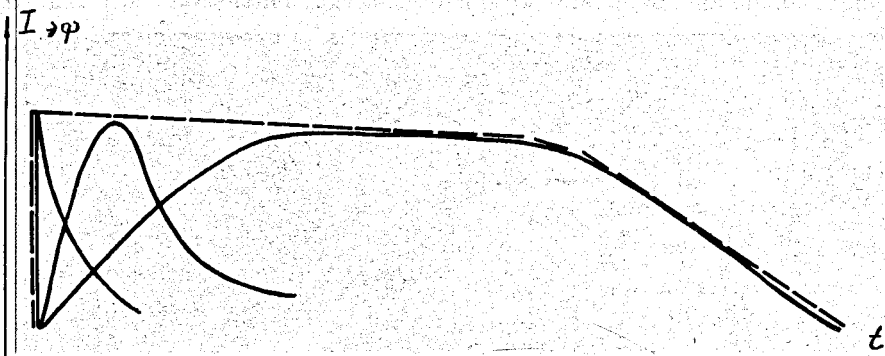


Рис. 4. Схема импульсов тока.

Литература

1. V.P.Balandin, N.G.Borisov et al.Nucl.Instr. and Meth., 20, 110 (1963).
2. В.Ф. Сиколенко. Препринт ОИЯИ, 9-3378, Дубна, 1967.
3. A.Faltens and J.Barale.Rev.Sci. Instr., 37, 1463 (1966).
4. В.Р. Карасик. Физика и техника сильных магнитных полей, 1964.
5. А.Н.Алеев, Н.А. Галяев, В.М. Горшков и др. Препринт ИФВЭ, 71-106 (1971).

Рукопись поступила в издательский отдел
24 января 1972 года.