

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



13 - 10353

507711555

F-11

У.Г.Гулямов, Н.В.Захаров, А.Н.Зубарев,  
А.И.Квасов, В.Г.Колесник, А.Г.Кочуров,  
Н.А.Коржев, Н.А.Смирнов, В.П.Соколов,  
Хон Чер Сун

ДОЗИРОВКА РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЯДЕР  
НА ДВУХМЕТРОВУЮ ПРОПАНОВУЮ КАМЕРУ

**1976**

13 - 10353

У.Г.Гулямов\*, Н.В.Захаров\*, А.Н.Зубарев,  
А.И.Квасов\*, В.Г.Колесник\*, А.Г.Кочуров,  
Н.А.Коржев, Н.А.Смирнов, В.П.Соколов,  
Хон Чер Сун\*

ДОЗИРОВКА РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЯДЕР  
НА ДВУХМЕТРОВУЮ ПРОПАНОВУЮ КАМЕРУ

---

\* Институт ядерной физики АН УзССР, Ташкент

Гулямов У.Г., Захаров Н.В., Зубарев А.Н.,  
Клименко А.И., Колесник В.Г., Козуров А.Г.,  
Корсаков Н.А., Смирнов Н.А., Соколов В.И.,  
Хан Чен Сун

13 10353

Детектирование релятивистских ядер на вакуумной трубе с дрейфовым камерным

Описание протяженный импульсный поток ядер магнитных делений релятивистских ядер, идущих по вакуумной трубе длиной 10 м, с дрейфовым камерным детектированием. Параллельный фронт нарастающей плотности  $\rho = 1 \text{ нКл/см}^2$  имеет длину фронта  $L = 5 \text{ см}$ . Максимальная скорость движения заряда  $v_{\text{макс}} = 1,7 \cdot 10^8 \text{ Э/см}$ .

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций С.И.В.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований  
Дубна 1976

Дозировка отрицательных пионов с импульсом  $40 \text{ ГэВ/с}$  /ИФВЭ/ на двухметровую пропановую камеру производилась кикер-магнитом /1/. Задача дозировки релятивистских ядер, полученных на синхрофазотроне ЛВЭ ОИЯИ, отличается тем, что активная область магнитного поля должна быть сосредоточена в вакууме. Это обстоятельство предъявило новые требования к конструкции магнита и сделало невозможным применение магнита старой конструкции /1/. Кроме того, условия размещения оборудования на канале синхрофазотрона и режим вывода пучка отличаются от условий на канале при энергии ускорителя  $76 \text{ ГэВ}$  ИФВЭ /Серпухов/. Все это в сумме определяло требования, предъявляемые как к конструкции магнита, так и к его электрическим параметрам. Требования к характеристике магнита и системам питания:  $t_{\text{фр}} \leq 15 \text{ мкс}$ , минимальный угол отклонения от первоначальной траектории  $\theta = 3 \text{ мрад}$  на базе  $B = 10 \text{ м}$ . При условии полного поглощения  $\alpha$ -частиц коллиматором /рис. 1/ величина магнитного поля должна поддерживаться на заданном уровне в течение  $T = 5 \text{ мс}$ , где допустимая неоднородность поля по сечению отклоняющей системы - не хуже 10%. Сравнительно короткое время нарастания магнитного поля требует минимально допустимой индуктивности обмотки магнита, а большая отклоняющая способность \*  $/10^5 \text{ Э.см/}$  и время поддержания поля на заданном уровне - значительных затрат энергии. При заданной отклоняющей способности магнита увеличение его длины, несмотря на линейный рост активных

\*Отклоняющая способность магнита определяется произведением его длины  $l$  на величину создаваемого магнитного поля  $H \cdot l / \text{Э.см/}$ .

потерь, снижает необходимые затраты энергии. Вследствие названных причин для дозировки релятивистских ядер при облучении ими двухметровой пропановой камеры был разработан безжелезный протяженный магнит, размещенный внутри ионопровода. Величина магнитного поля определялась в соответствии с кинематикой движения частиц в магните /рис. 1/

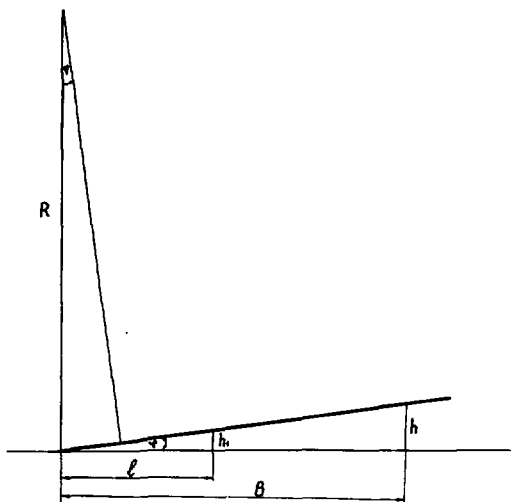


Рис. 1.  $l$  - длина магнита,  $B$  - база,  $\phi$  - угол отклонения пучка.

$$H = \frac{E \cdot \phi}{300 \cdot l \cdot Z} = 222 \text{ Э,}$$

где  $E$  - энергия частицы в эВ,  $l = 450$  см - длина магнита,  $Z=2$  - заряд  $\alpha$ -частицы,  $\phi = 3$  мрад - угол отклонения пучка.

Данное поле формируется токами в двух замкнутых на конце проводниках, полученных путем рассечения вдоль образующей полового медного цилиндра с внутренним диаметром 10 см и толщиной стенки 0,5 см /рис.2/. Вдоль этих проводников сделаны канавки, образующие линии разной проводимости. Путем выбора геометрических размеров линий проводимости можно добиться необходимой однородности поля внутри отклоняющего устройства. При равномерном расчленении каждого полового полуцилиндра на 9 частей величина поля  $H = 222$  Э на оси цилиндра достигается пропусканием общего тока  $I_0 = 3,57$  кА. О степени однородности магнитного поля в апертуре магнита можно судить по вычисленным значениям: в точках М /  $x = 4,3$  см;  $y = 0$ ;  $z = z_0$  / и N /  $x = 0$ ;  $y = 4,3$  см,  $z = z_0$  /  $H(M) = 216$  Э,  $H(N) = 206$  Э.

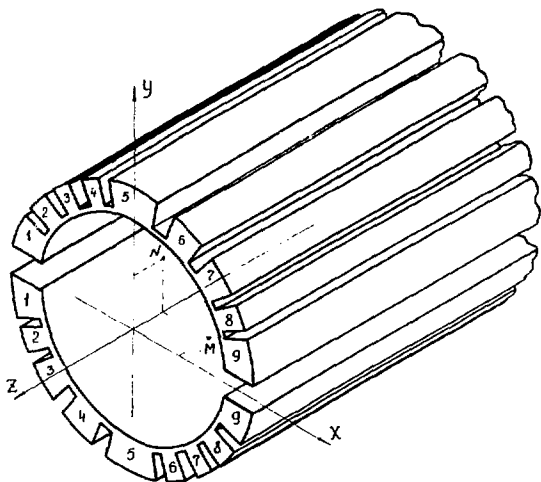


Рис. 2. Участок токоведущих шин магнита.

Величина периферийного значения поля отличается от приосевого в среднем на 7%. Этот показатель уменьшается, если через крайние и средние линии проводимости /на рис. 2 помечены цифрами 1; 5; 9/ пропускать повышенный ток по сравнению с  $I_0/9$ , а через остальные - пониженный. Для этого достаточно увеличить ширину шин 1; 5; 9 в 1,23 раза и уменьшить ширину остальных в 1,1 раза, чтобы при значении  $I_0 = 3,63$  кА расчетная степень неоднородности поля по сечению магнита составила ~2%. Этот же эффект может быть достигнут при равномерном сечении линий проводимости, но при условии раздельного питания их током, т.е. каждую линию надо запитывать током определенной величины

$$H(x=0; y=0; z=z_0) = (222 \pm 2) \text{ Э},$$

$$H(x=4,3 \text{ см}; y=0; z=z_0) = (222 \pm 4) \text{ Э},$$

$$H(x=0; y=4,3 \text{ см}; z=z_0) = (222 \pm 4) \text{ Э}.$$

Следует заметить, что в местах намеченного расчленения проводника разреза нет, а стенка полого цилиндра фрезеруется до толщины, обеспечивающей необходимую прочность токоведущей шины. Результаты приведенного выше расчета магнитного поля соответствуют ранее проведенным измерениям отклонения пучка пионов с импульсом 40 ГэВ/с, в подобном магните упрощенной геометрии<sup>2/</sup>. При определении индуктивности токоведущей системы был использован метод расчета самоиндукции многопроводной линии<sup>3/</sup>. Вычисленное значение индуктивности равно  $L = 2,15$  мкГн.

В схеме питания магнита в качестве ключей используются лавинные тиристоры, которые коммутируют емкости  $C_2 \div C_4$  и игнитронный разрядник для емкости  $C_1$  /рис. 3/. Часть схемы, в которую входит "C<sub>1</sub>" и "L" токоведущей системы, образует контур с малой постоянной времени  $\tau$ . При разряде  $C_1$  осуществляется формирование переднего фронта импульса /рис. 4/. Емкости  $C_2 \div C_4$  являются основными элементами, с помощью которых

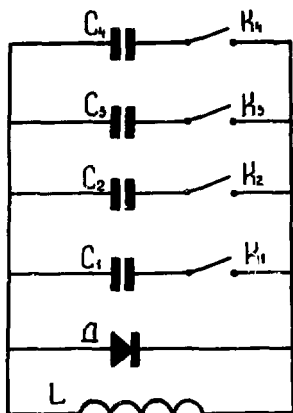


Рис. 3. Принципиальная схема питания магнита.

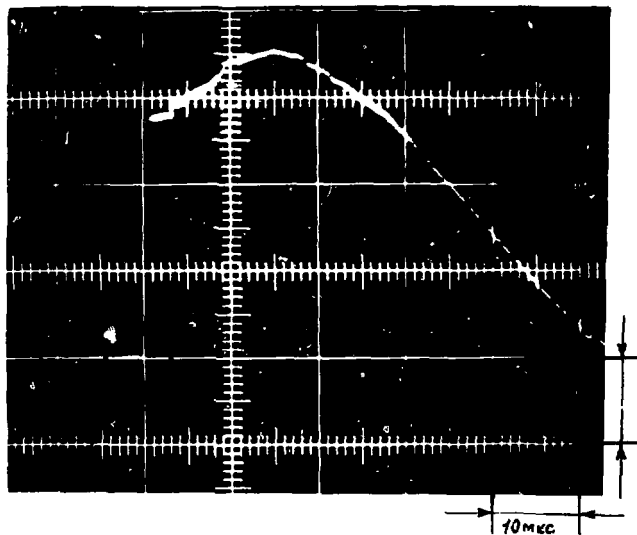
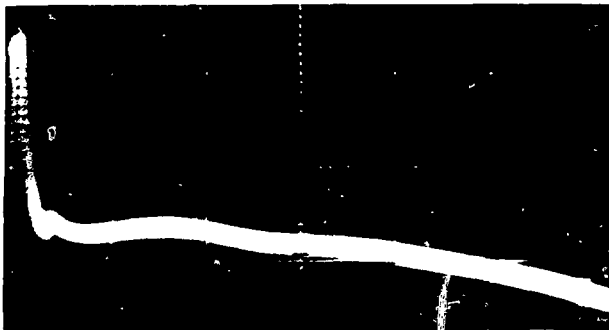


Рис. 4. Осциллограмма импульса разряда  $C_1$ . Длительность развертки - 10 мкс/см.





*Рис. 5. Осциллограмма импульса тока в кикер-магните. Длительность развертки - 1 мс/см.*

формируется плато импульса. Разряд  $C_2$  начинается с момента достижения максимального разрядного тока в  $C$ . Включение емкостей  $C_3$  и  $C_4$  происходит с задержкой, которая обеспечивает необходимую форму и длительность импульса тока в магните <sup>4/</sup>.

Надо отметить, что магнит и схема питания позволяют получить угол отклонения для  $\alpha$ -частиц при энергии 20 ГэВ до 5 мрад, с фронтом нарастания магнитного поля  $t_{фр} = 1$  мкс. Максимальная отклоняющая способность магнита  $H_{max} \cdot \ell = 1,7 \cdot 10^5$  Э·см. На рис. 5 показана осциллограмма импульса тока в магните.

Магнит работал на канале релятивистских ядер непрерывно в течение 10 сут. и обеспечивал с высокой избирательностью дозировку заданного числа дейтонов на двухметровую пропановую камеру. Отклонения от заданного числа 3 или 4 частицы в сторону большого значения на 1 или 2 частицы составляют менее 3%.

В заключение авторы выражают благодарность М.И.Соловьеву за постоянное внимание к работе, Э.Ф.Богателю и В.М.Дорожжину за изготовление и наладку схем питания магнита, Р.В.Теплякову, Б.Г.Курганову, Т.Ахмедову - за разработку конструкций магнита.

### Литература

1. Гулямов У.Г., Колесник В.Г., Соловьев М.И. Авт. свид. № 405186 ОИПОТЗ, 1973, №44.
2. Гулямов У.Г., Захаров Н.В., Кеасов А.И., Колесник В.Г., Лосский И.О., Соловьев М.И. Изв. АН УзССР, серия физ.-мат. наук, 1972, №6.
3. Смайк В. Электростатика и электродинамика. М., ИЛ, 1954.
4. Алеев А.Н., Галяев Н.А., Горшков В.М. и др. Препринт ИФВЭ, 71-106, 1971.
5. Гулямов У.Г., Захаров Н.В., Колесник В.Г. Изв. АН УзССР, серия физ.-мат. наук, 1973, №6.

Рукопись поступила в издательский отдел  
31 декабря 1976 года.

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ  
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния

# Нет ли пробелов в Вашей библиотеке?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

16-4886	Дозиметрия излучений и физика защиты ускорителей заряженных частиц. Дубна, 1969.	250 стр.	2 р. 64 к.
Д10-6142	Труды Международного симпозиума по вопросам автоматизации обработки данных с пузырьковых и искровых камер. Дубна, 1971.	564 стр.	6 р. 14 к.
Д13-6210	Труды VI Международного симпозиума по ядерной электронике. Варшава, 1971.	372 стр.	3 р. 67 к.
Д1-6349	Труды IV Международной конференции по физике высоких энергий и структуре ядра. Дубна, 1971.	670 стр.	6 р. 95 к.
Р2-6762	Р.М. Мурадян. Автомодельность в инклюзивных реакциях. Лекция, прочитанная на Школе молодых ученых по физике высоких энергий. Сухуми, 1972.	111 стр.	1 р. 10 к.
Д-6840	Материалы II Международного симпозиума по физике высоких энергий и элементарных частиц. Штрбске Плесо, ЧССР, 1972.	398 стр.	3 р. 96 к.
13-7154	Пропорциональные камеры. Дубна, 1973.	173 стр.	2 р. 20 к.
Д2-7161	Нелокальные, нелинейные и неренормируемые теории поля. Алушта, 1973.	280 стр.	2 р. 75 к.
Д1,2-7411	Глубоководные и множественные процессы. Дубна, 1973.	507 стр.	5 р. 66 к.
Д13-7616	Труды VI Международного симпозиума по ядерной электронике. Будапешт, 1973.	372 стр.	3 р. 65 к.
Р1,2-7642	Труды Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Гомель, 1973.	623 стр.	7 р. 15 к.
Д10-7707	Совещание по программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1973.	564 стр.	5 р. 57 к.
Д1,2-7781	Труды III Международного симпозиума по физике высоких энергий и элементарных частиц. Сивая, 1973.	478 стр.	4 р. 78 к.

Д1,2-8405	Труды IV Международного симпозиума по физике высоких энергий и элементарных частиц. Варна, 1974.	376 стр.	2 р. 05 к.
Д3-7901	Труды II Международной школы по нейтринной физике. Алушта, 1974.	552 стр.	2 р. 50 к.
Д10,11-8450	Труды Международной школы по вопросам использования ЭВМ в ядерных исследованиях. Ташкент, 1974.	465 стр.	2 р. 46 к.
Р1,2-8529	Труды Международной школы-семинара молодых ученых. Актуальные проблемы физики элементарных частиц. Сочи, 1974.	582 стр.	2 р. 60 к.
Д6-8846	XIV совещание по ядерной спектроскопии и теории ядра. Дубна, 1975.	180 стр.	1 р. 90 к.
Д13-9164	Международное совещание по методике проводочных камер. Дубна, 1975.	344 стр.	4 р. 20 к.
Д1,2-9224	IV Международный семинар по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1975.	307 стр.	3 р. 60 к.
Д13-9287	Труды VIII Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна, 1975	469 стр.	5 р. 00 к.
Д1,2-9342	Труды V Международного симпозиума по физике высоких энергий и элементарных частиц. Варшава, 1975.	338 стр.	5 р. 00 к.
Р9 - 9341	Труды I Международной школы молодых ученых по проблемам ускорителей заряженными частиц /Ужгород, 1975 г./	298 стр.	3 р. 00 к.
Д7 - 9734	Международная школа-семинар по взаимодействию тяжелых ионов с ядрами и синтезу новых элементов /Дубна, 1975 г./	298 стр.	3 р. 00 к.
Д2 - 9788	Непокалываемые, мелчайшие и нереконструируемые теории поля /Алушта, 1976 г./	390 стр.	2 р. 40 к.
Д-9920	Труды Международной конференции по избранному вопросам структуры ядра /Дубна, 1976 г./	452 стр.	3 р. 50 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:  
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79,  
издательский отдел Объединенного института ядерных исследований



Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.  
Заказ 22592. Тираж 385. Уч.-изд. листов 0,47.  
Редактор Б.Б. Колесова. Подписано к печати 26.1.77 г.  
Корректор Т.Е. Жильцова

---