

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

С 57

13-88-819

Э.Содномын, В.И.Ляшенко, В.И.Никаноров,
И.В.Фаломкин, Ю.А.Щербаков, А.Т.Василенко,
Б.Е.Корнеев, Ю.Л.Обухов

РЕКОНСТРУИРОВАННЫЙ КОМПАКТНЫЙ МАГНИТ
ДЛЯ СТРИМЕРНОЙ КАМЕРЫ

1988

ВВЕДЕНИЕ

Для обеспечения экспериментов с трековым детектором нового типа - стримерной камеры с управляемыми тепловыми центрами / I / - нами был выбран реконструированный магнит на базе магнита МС-4А. Тепловые центры в газе такой камеры создаются с помощью стримеров, которые получаются в газовом объеме, на который прикладывается высоковольтное напряжение. Естественно, что для обеспечения работы стримерной камеры мы нуждаемся в достаточно большом пространстве внутри магнита, с тем, чтобы в нем была размещена не только сама камера, но также и система электродов импульсного питания камеры с высоковольтной изоляцией. С этой целью нами была произведена реконструкция магнита МС-4А, имеющего диаметр полюсного отверстия 462 мм и рабочий зазор 160 мм. Имея в виду, что стримерная камера работает в управляемом режиме, применение предельно высоких значений магнитного поля не является целесообразным, т.к. это приводит к резким ограничениям эффективности камеры при регистрации частиц с небольшими импульсами. В этой связи мы рассчитывали на увеличение протяженности магнитного поля в камере при определенном снижении его напряженности.

АППАРАТУРА

На рис. I показан разрез магнита МС-4А по вертикальной плоскости /а/ в таком виде, как он поступил в промышленном исполнении. На второй части рисунка /б/ показан разрез с предлагаемой конфигурацией катушек, для которых проводились расчеты и измерения. Исходный магнит имеет объем магнитного поля, равный 26810 см^3 . Полезный объем поля в реконструированном магните составляет 50000 см^3 . Магнит МС-4А в принципе предусмотрен для работы с током возбуждения 570 А, при этом в центре зазора, при его общем размере 160 мм, обеспечивается напряженность магнитного поля порядка 1,1 Тл. Этот магнит также предназначается для работы в импульсном режиме, при этом ток возбуждения может достигать 840 А, и максимальная напряженность поля в центре магнита может составлять до 1,5 Тл. Таким образом, магнит имеет определенный запас по механической прочности обмотки, и можно было рас-

считывать, что он может допустить определенное форсирование в стационарном режиме. В связи с этим мы провели испытания охлаждения обмотки, и при этом оказалось, что она может удовлетворительно работать при давлении воды не 4,5 атм, как это имеет место в номинальных условиях, а при 8 атм. Магнит удовлетворительно работает вплоть

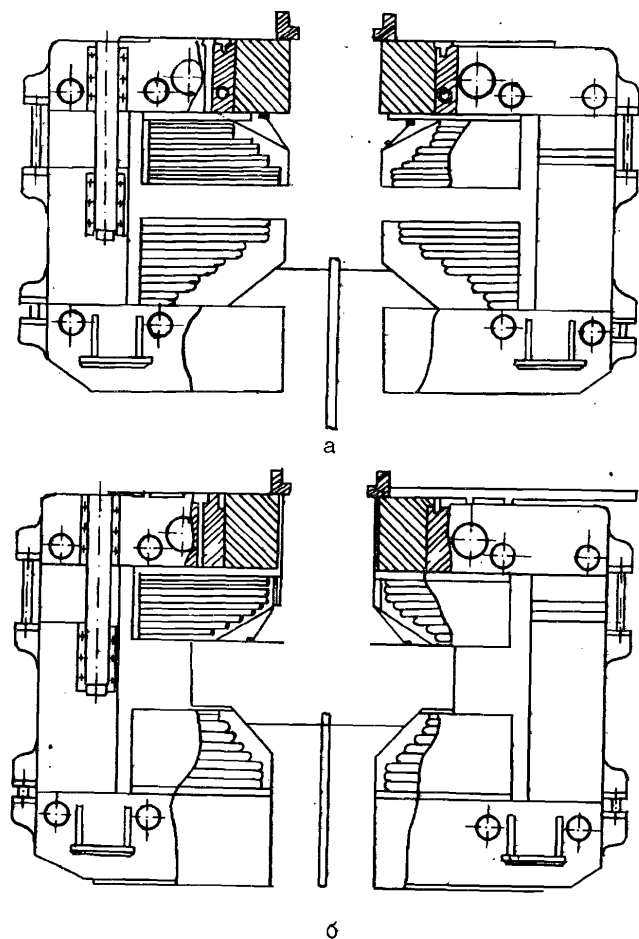


Рис.1. Разрез магнита МС-4А.

а - до реконструкции; б - после реконструкции.

до токов возбуждения 900 А, и при этом температура воды на выходе магнита не превышает 60-70°C. Нами была проведена соответствующая перестройка струйных реле на больший расход воды, и мы ограничились рабочим током возбуждения 800 А. Для обеспечения подвода воды под большим давлением мы использовали специальные шланги с соответствующими наконечниками, рассчитанными на высокое давление. Метод ввода воды в магнит был также изменен. Катушки были обеспечены специальными штуцерами из нержавеющей стали, которые также выдерживали давление до 16 атм. Как показали испытания, спайка квадратных шин произведена латунью очень качественно /ранее стыки испытывались при давлении 8 атм/, что и обеспечило стабильные условия работы магнита в новом режиме.

На рис.2 показана кривая намагничивания.

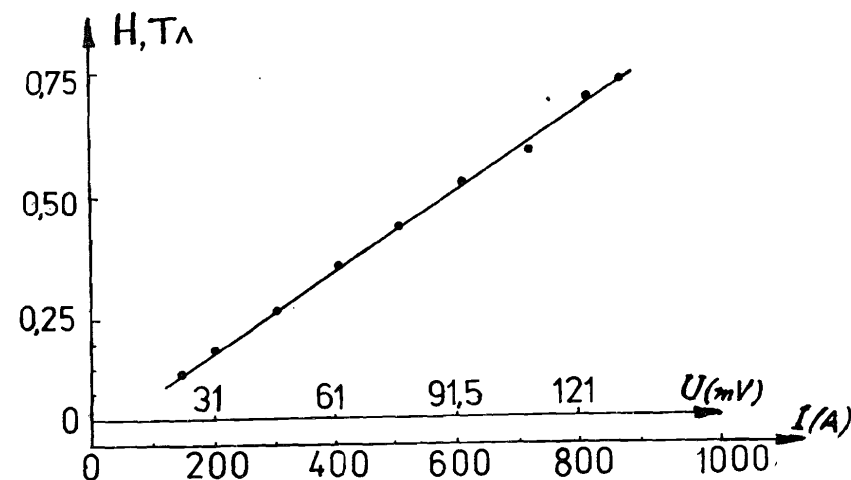


Рис.2. Кривая намагничивания реконструированного магнита.

Как видно, магнит работает практически в линейных условиях в рабочей области, и чувствительность к току намагничивания достаточно высока. Измерение магнитного поля в рабочем зазоре магнита проводилось прибором с датчиком Холла. Точность измерений магнитного поля порядка 0,01%, величина стабилизации тока в электрических цепях составляет 10^{-4} .

На рис.3 показано распределение магнитного поля по радиусу измерений в медианной плоскости магнита. Из рисунка видно, что область

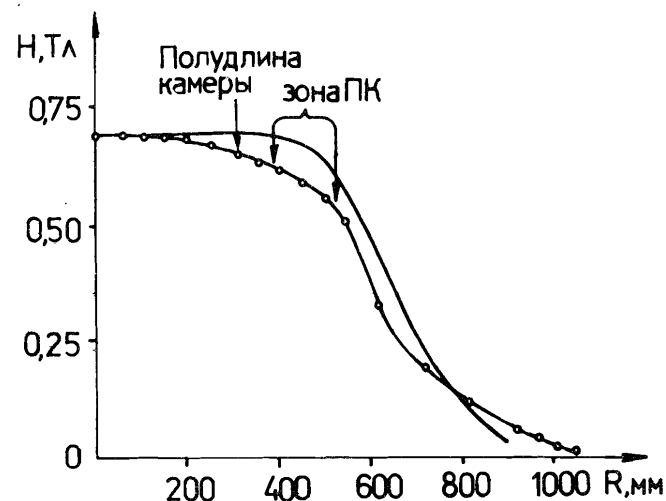


Рис.3. Распределение магнитного поля в медианной плоскости магнита. Сплошной линией показана теоретическая кривая, полученная в двухмерной задаче.

равномерной напряженности достаточно протяженная. В центре величина поля при токе 800 А составляет $0,7 \pm 0,001$ Тл. Если учесть, что в магнитном поле размещена камера с габаритными размерами 560×440 мм², то спад магнитного поля по краям камеры не превышает 0,08 Тл, т.е. менее 1,5%. В то же время новая конфигурация магнита приводит к тому, что магнитное поле простирается на большие радиусы, и это создает благоприятные условия для размещения триггерных пропорциональных камер, которые измеряют импульсы рассеянных частиц в достаточно интенсивном магнитном поле. Напряженность поля в области этих камер колеблется от 0,65 до 0,32 Тл.

Из-за большой величины зазора на реконструированном магните, которая составляет 330 мм, магнитное поле достаточно велико на краю катушки / 0,05 Тл/ и простирается за пределы катушки, что требует дополнительной магнитной экранировки ФЭУ системы триггера. Получаемая величина магнитного поля около 0,7 Тл вполне приемлема для организации системы триггера камеры, при этом нижняя граница детектируемых частиц по импульсу составляет около 25 МэВ/с.

При такой реконструкции особенно важно, что в магните расширяется объем по вертикальной оси, таким образом, в нем можно разместить стримерную камеру с наружными размерами 650×450 мм² и глубиной около 100 мм и при этом обеспечить ввод высокого напряжения до 500 кВ с

нижней части магнита по оси. Освободившийся объем в магните настолько велик, что позволяет разместить в нем прочную оболочку из нержавеющей стали, обеспечивающую рабочее давление в камере 5 атм.

Таким образом, использование указанного магнита позволяет создать компактную систему со стримерной камерой, имеющей эффективную длину 3 м, приведенную к 1 атм. Это особенно важно в нашем случае, когда стримерная камера работает одновременно как мишень и как детектор /общее количество вещества на пути частиц составляет: для H_2 - 25 мг/см², для He - 50 мг/см²/.

В процессе реконструкции магнита нами были просчитаны ожидаемые величины напряженности магнитного поля в центре и по радиусу. Расчет для двумерной задачи проводился методом треугольной сетки по программе "POI SP"^{1/2}, разработанной Р.Ф.Холзингером и Ч.Изелином. Получено приблизительное соответствие между расчетными значениями поля и значениями, полученными экспериментально./см. рис.3./

Мы также провели детальное исследование топографии магнитного поля в рабочей зоне камеры, и полученные распределения в медианной плоскости и в двух симметричных ей плоскостях показаны на рис.4а,б.

Мы получили величину отклонения магнитного поля в центре $\pm 0,02\%$,

а по вертикали в продольной и поперечной плоскостях $\pm 0,01\%$.

Измерения проводились с шагом

10 см по высоте и 5 см по длине.

Указанная топография поля будет

введена в ЭВМ при измерении им-

пульсов частиц в каждом случае,

и мы рассчитываем на точность не

хуже 1,5%.

Описанный магнит был разме-

щен на пионном пучке фазотрона

ЛЯП. Схема размещения магнита на

пучке представлена на рис.5.

Проведенная трассировка пучка

показала, что пионы с $P=260$ МэВ/с

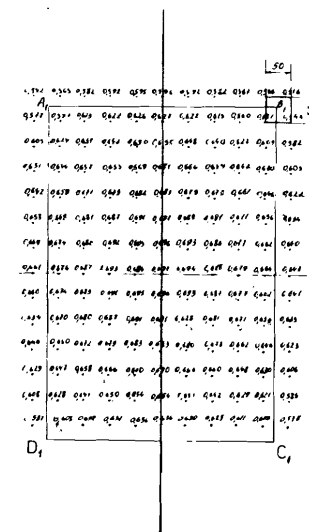


Рис.4а. Проекция на камеру измерений топографии магнитного поля.

проходят точно по расчетной траектории, идущей через центр магнита.

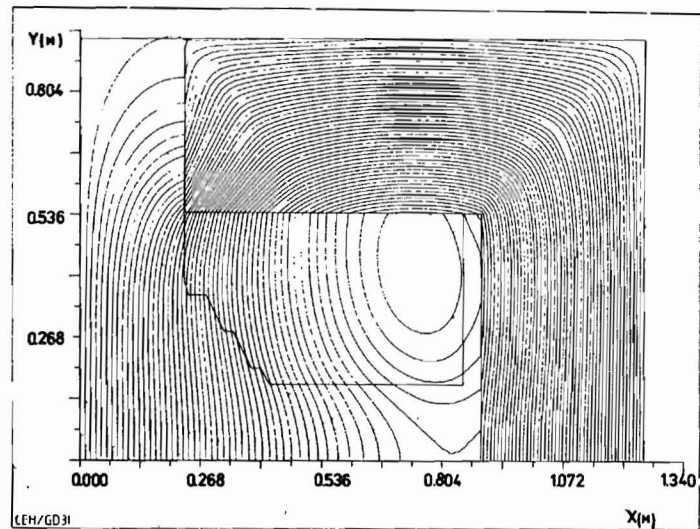


Рис. 46. Результаты расчета формы магнитного поля.
Магнитное поле в одной четверти магнита
/2^X мерный расчет/.

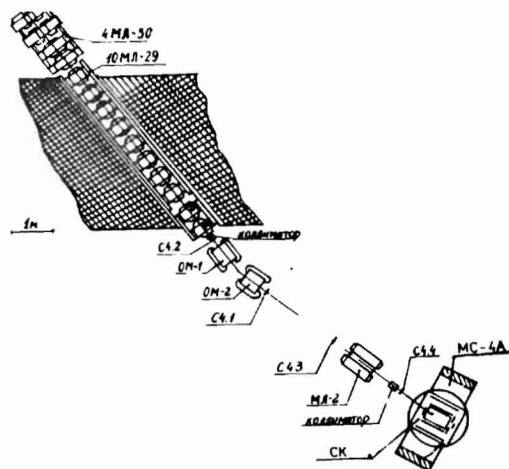


Рис. 5. Схема размещения магнита на пионном пучке фазотрона ЛЯП.

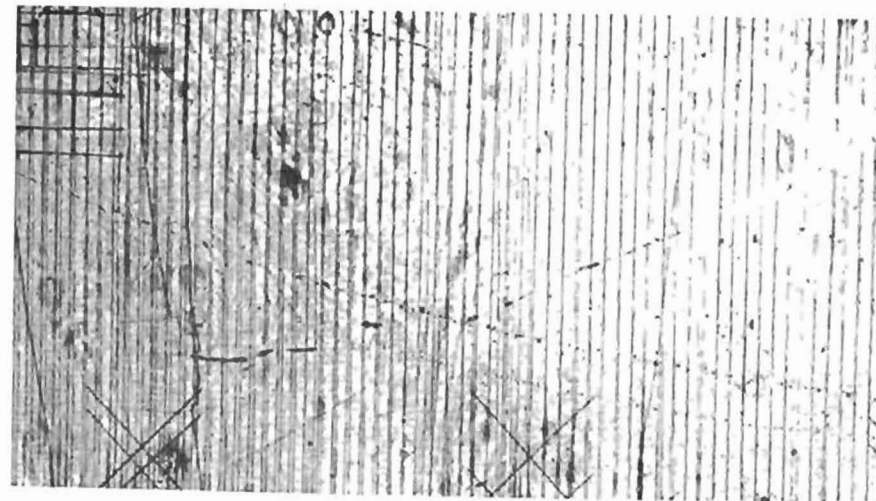


Рис. 6. Фотография трека пиона, проходящего через камеру.

На рис. 6 показана траектория пиона, проходящего через камеру с управляемыми тепловыми центрами, созданную на базе стримерной камеры. Наряду с ярким изображением основного следа на снимке присутствует отраженное изображение, позволяющее извлекать информацию о глубинной координате следа^{/3/} в камере.

Авторы благодарны В.П.Джелепову, принимавшему участие в конструировании оригинального магнита. Авторы также признательны В.И.Смирнову и В.А.Кузнецову за подготовку и наладку системы питания и стабилизации, В.Г.Сазонову за активную помощь в установке магнита на месте, В.С.Роганову за содействие в измерении магнитного поля, В.Ф.Поенко за подготовку и наладку деталей установки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Константинов К.Р. и др. ОИЯИ, ІЗ-88-577, Дубна, 1988.
2. "POISCR", Comp.Centre, Т604, CERN, 1982.
3. Содомын Э. и др. ОИЯИ, ІЗ-87-312, Дубна, 1987.

Рукопись поступила в издательский отдел
23 ноября 1988 года.