

4498

Экз. чит. зала

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P9 - 4498



П.С. Анцупов, И.М. Матора, Л.А. Меркулов

ИССЛЕДОВАНИЕ
ЭКРАНИРОВАНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ
ПЕРМАЛЛОЕВЫМИ СЕРДЕЧНИКАМИ ИНДУКТОРОВ
ЛИНЕЙНОГО ИНДУКЦИОННОГО УСКОРИТЕЛЯ

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОГО ОПИКИ

1969

Р9 - 4498

П.С.Анцупов, И.М.Матора, Л.А.Меркулов

ИССЛЕДОВАНИЕ
ЭКРАНИРОВАНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ
ПЕРМАЛЛОВЫМИ СЕРДЕЧНИКАМИ ИНДУКТОРОВ
ЛИНЕЙНОГО ИНДУКЦИОННОГО УСКОРИТЕЛЯ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

В в е д е н и е

Как известно, проблема устранения искажающего влияния магнитного поля Земли на траекторию электронов в резонансных линейных ускорителях представляет определенные трудности.

Линейные индукционные ускорители (ЛИУ) в этом смысле имеют то преимущество, что их ускоряющий элемент — индуктор представляет собой толстое ферромагнитное кольцо, навитое из тонкой пермаллоевой ленты, и составленные из индукторов секции ускорителя экранируют ускоряемый пучок от внешних магнитных полей. Однако это экранирующее действие индукторов не ликвидирует влияния поля Земли полностью, т.к. между индукторными секциями необходимы разрывы для откачки камеры, размещения пробников, коллиматоров, корректирующих и фокусирующих устройств и т.п.

В этой заметке описаны результаты экспериментального исследования остаточного поля Земли в окрестности оси ЛИУ при наличии между секциями зазоров различной протяженности.

1. Методика

Исследование остаточного магнитного поля, имеющегося в окрестности оси ЛИУ, было выполнено на специальном стенде с помощью измерительного прибора с насыщаемым пермаллоевым датчиком, разработанного Ю.Н. Денисовым и П.Т. Шишлянниковым ^{1/}.

Стенд представлял собой каркас из немагнитного материала, на котором имитировалась композиция двух ускоряющих индукторных секций с переменным зазором между ними. Осевой размер зазора менялся в пределах от 15 до 45 см. Одна из секций состояла из пяти индукторов, другая - из четырех или трех. В ходе измерений было показано, что с точностью до ошибок измерений ($\pm 0,01$ эрстеда) поле внутри индукторов полностью экранируется уже на осевом расстоянии в несколько сантиметров от края секции для всех упомянутых выше случаев. Конфигурация осевого сечения пермалловых сердечников изображена на рис. 1, где видны также и расстояния между сердечниками в секции и в зазоре, равном 15 см (конструктивном), который соответствовал 17 см по пермаллою. Пермалловые (50% Fe, 50% Ni) керны были навиты из ленты толщиной 20 микрон.

Общая ось индукторов была горизонтальна и составляла угол $82,5^\circ$ с магнитным меридианом.

Измерялись вертикальная H_D и горизонтальная H_T составляющие остаточного вектора \vec{H} напряженности магнитного поля на оси индукторов как в зазоре между секциями, так и внутри малой секции. Осевая составляющая $H_{||}$ измерялась только в зазоре между секциями при его величине 44 см. Измерение состояло в определении напряжения выходного сигнала прибора с помощью высокоомного потенциометра с насыщенным нормальным элементом 2-го класса.

2. Результаты и их обсуждение

На рис. 2, 3, и 4 представлены результаты измерений. Хорошо заметно, что внутри индукторов экранирование поля Земли практически полное и только на краях секций и в зазорах между ними имеется остаточное поле. Для иллюстрации того, что внутри лабораторной комнаты, где располагался стенд, магнитное поле Земли заметно искажено имеющимися вблизи стенда ферромагнитными предметами, были выполнены измерения составляющих поля Земли H_D^0 и H_T^0 после того, как индукторы

были удалены с каркаса. Видна заметная неоднородность (рис. 2) поля Земли в комнате, причем, как это было специально проверено, неоднородность всецело зависит от наличия и взаимного расположения ферромагнитных предметов вблизи стенда. На рис. 2 даны значения H_B^0 и H_Γ^0 , полученных при таком их расположении, при котором были проведены измерения H_B , H_Γ с индукторами.

Для того, чтобы коэффициент экранирования поля Земли внутри индукторных секций определить более точно, в пространстве, где находились исследуемые секции, искусственно, с помощью токовой обмотки в 600 ампервитков, создавалась вертикальная составляющая магнитного поля, максимальная напряженность которого (при отсутствии индукторов) могла быть доведена до 10-15 э. Измерения (см. рис. 4) показали, что и здесь, внутри секций, поле с точностью $\sim 0,01$ э полностью отсутствует, причем величина коэффициента экранирования (по поперечным составляющим \bar{H}) составляет не менее 500-1000. В случае столь больших полей увеличивается только глубина проникновения поля внутрь секций через торцовые отверстия, что видно на рис. 4.

З а к л ю ч е н и е

Для приемлемых вариантов геометрии секций и зазоров ЛИУ оценки показывают, что остаточные H_B и H_Γ не вызовут заметных нежелательных возмущений процесса ускорения даже в начальной части ускорителя. Поэтому необходимость в каком-либо специальном экранировании магнитного поля Земли в условиях ЛИУ отпадает. Однако, по-видимому, будет целесообразным применение нескольких корректирующих поперечное движение пучка элементов, которые устанавливаются в зазорах вдоль ускорителя и компенсируют возмущения траектории пучка, вызываемые не только остаточным геомагнитным полем, но, главным образом, другими причинами.

В заключение авторы приносят благодарность П.Т. Шишлянникову, предоставившему прибор для измерения магнитного поля, Р.В. Харьюзову за ряд ценных замечаний, а также В.Н. Быкову и В.М. Божкову за помощь в проведении магнитных измерений на стенде.

Л и т е р а т у р а

1. Ю.Н. Денисов, А.Г. Комиссаров, П.Т. Шишлянников. Измерительная техника №7, 25 (1968).

Рукопись поступила в издательский отдел
27 мая 1969 года.

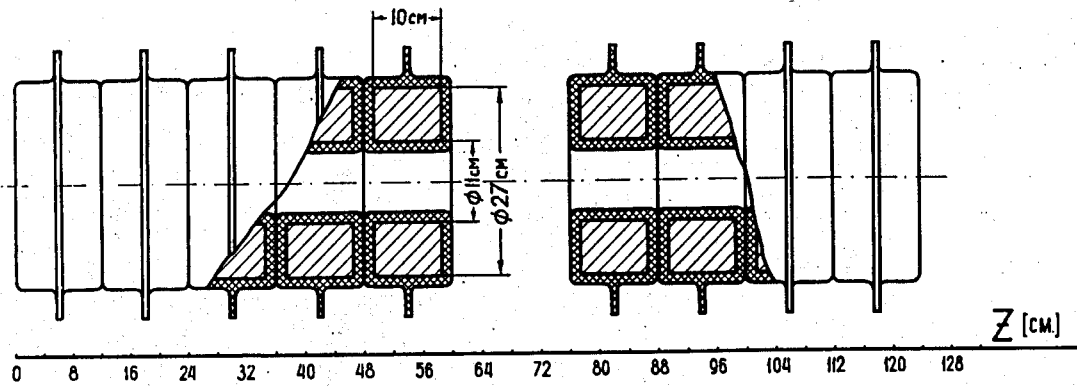


Рис.1

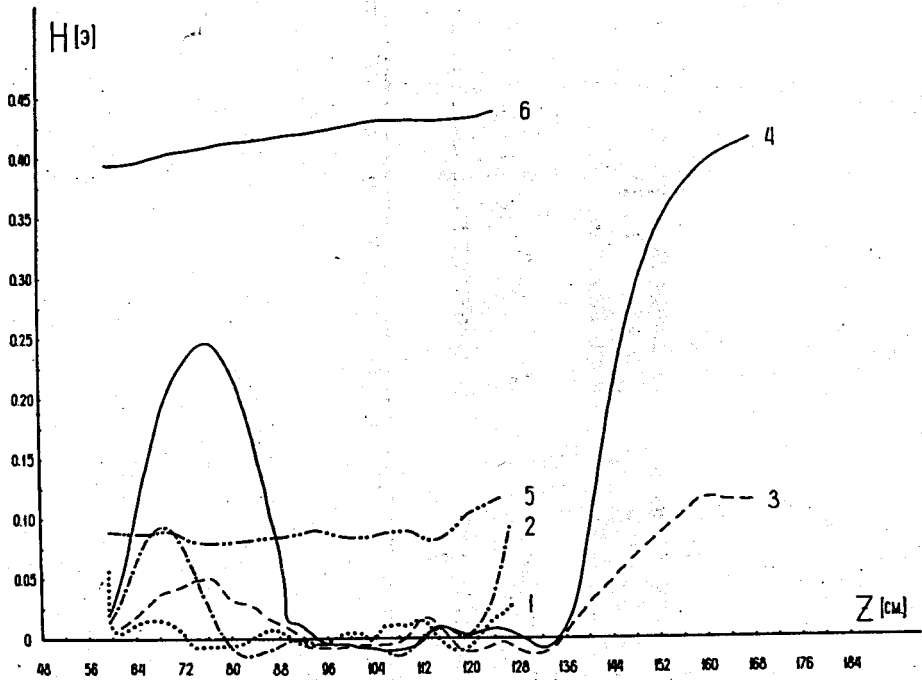


Рис. 2. Поперечные составляющие остаточного поля H_{Γ} и $H_{\text{В}}$ на оси ЛИУ. 1 - H_{Γ} при зазоре 15 см, 2 - $H_{\text{В}}$ при зазоре 15 см, 3 - H_{Γ} при зазоре 28 см, 4 - $H_{\text{В}}$ при зазоре 28 см, 5 - H_{Γ} при отсутствии индукторов, 6 - $H_{\text{В}}$ при отсутствии индукторов.

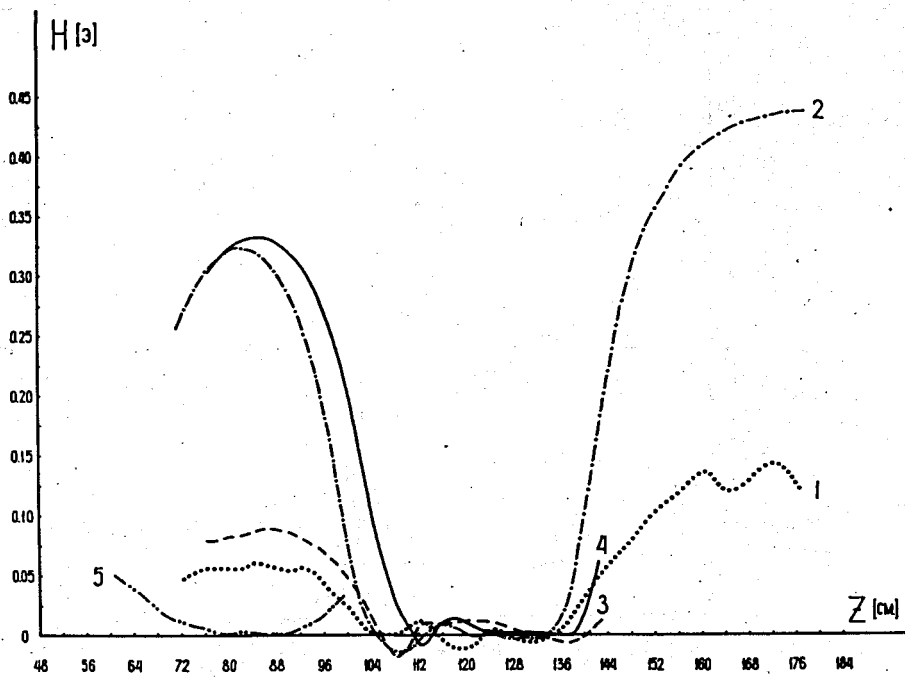


Рис.3. Составляющие остаточного поля H_{Γ} , $H_{\text{В}}$ и H_{\parallel} на оси ЛИУ.
 1 - H_{Γ} при зазоре 35 см, 2 - $H_{\text{В}}$ при зазоре 35 см, 3 - H_{Γ} при зазоре 44 см, 4 - $H_{\text{В}}$ при зазоре 44 см, 5 - H_{\parallel} при зазоре 44 см.

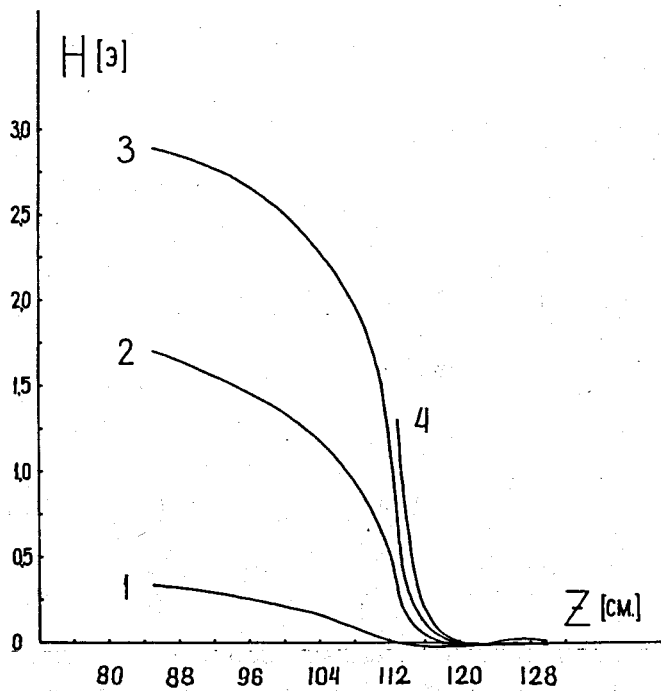


Рис.4. Вертикальная составляющая остаточного поля на оси ЛИУ в случае большого внешнего поля Π_B^0 . 1 - Π_B в поле Земли при зазоре 44 см, 2 - Π_B при $\Pi_B^0 = 3,6$ э и зазоре 44 см, 3 - Π_B при $\Pi_B^0 = 6,4$ э и зазоре 44 см, 4 - Π_B при $\Pi_B^0 = 12,4$ э и зазоре 44 см.