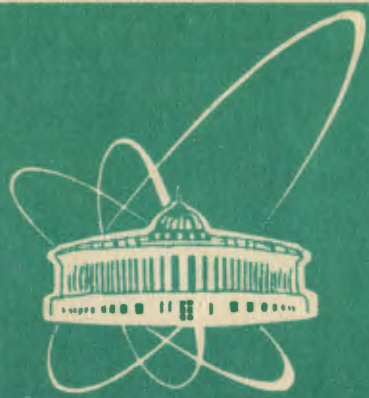


93-280



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

P9-93-280

А.Д.Коваленко, С.А.Аверичев

СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ МАГНИТЫ
С ФЕРРОМАГНИТНЫМИ СЕРДЕЧНИКАМИ
ТИПА «ОКОННАЯ РАМА»
С ИНДУКЦИЕЙ ~ 3,6 ТЛ

1993

В рамках программы создания нуклотрона — сверхпроводящего синхротрона релятивистских ядер [1] в ЛВЭ ОИЯИ были разработаны экономичные магниты, основанные на использовании железного яра типа «оконная рама» и сверхпроводящей обмотки [2,3]. Такие магниты обладают рядом преимуществ. Наличие яра существенно упрощает конструкцию магнита, примерно в три раза сокращает расход сверхпроводника, обеспечивает высокую однородность магнитного поля. Сверхпроводящая обмотка в несколько раз снижает расход электроэнергии, уменьшает габариты магнита и вес магнитопровода.

Основным недостатком магнитов этого типа является ограничение индукции в рабочем зазоре магнита величиной $B_m \geq 2$ Тл вследствие эффектов насыщения железа. Вместе с тем при температурах, близких к температуре жидкого гелия (4,5 К), некоторые редкоземельные металлы и сплавы на их основе обладают магнитными характеристиками, существенно превосходящими их значения для железа. Так, например, специально обработанный диспрозий, будучи магнитомягким материалом, обладает при температуре $\sim 4,5$ К индукцией насыщения B_s на уровне 3,5—3,7 Тл [4].

Используя этот материал (или другие, обладающие подобными свойствами), можно увеличить индукцию в рабочем зазоре магнитов описанного типа, сделав комбинированный магнитопровод (см. рисунок 1). В таблице приведены результаты расчетов (в первом приближении) некоторых вариантов магнитов с комбинированным магнитопроводом, способных обеспечить поле в зазоре $B_z \approx 3,7$ Тл. При этом поле в железе не превосходит величины $B_{ж} \approx 1,8—1,9$ Тл.

Таблица

№№ варианта	h , см	a , см	b , см	I_w , А	c , см	G , кг/м
1	3,0	4,5	3,0	8,5	0,75	5,74
2	5,6	12,6	8,3	158	2,0	43,0
3	5,5	7,5	5,6	75	1,4	17,9

Литература

1. Baldin A.M. et al. — IEEE Trans. on Nucl. Sci., 1983, NS-30, 4, p.3247.
2. Аверичев С.А. и др. — ОИЯИ, Р8-11700, Дубна, 1978.
3. Смирнов А.А. и др. — ОИЯИ, 9-83-625, Дубна, 1983.
4. Степанкин В.Н. — Препринт ИОФ РАН, №14—93, Москва, 1993.
5. H.H. Umstatter — IEEE Trans. on Nucl. Sci., 1973, NS-20, 3, p.1720.

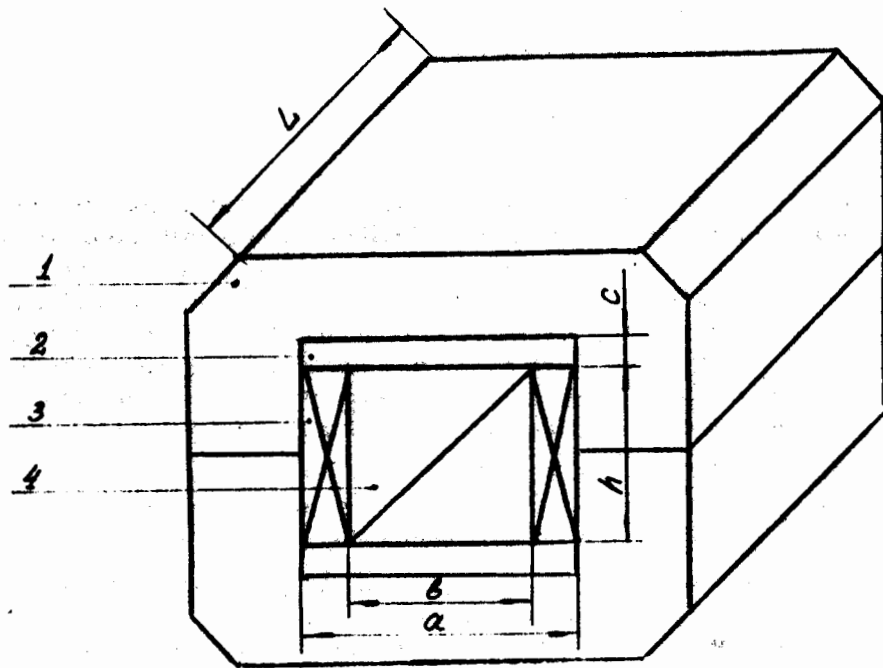


Рис. 1. Схема сверхпроводящего магнита с комбинированным магнитопроводом: 1 — железный магнитопровод, 2 — вставки из материала с высокой индукцией насыщения (диспрозий), 3 — сверхпроводящая обмотка, 4 — рабочая апертура магнита

Помимо обозначений рисунка 1, в таблице указаны: h — суммарный вес вставок на единицу длины магнита ($G = 2 \times a \times c \times \rho$; $\rho = 8,53 \text{ г/см}^3$) и I_w — необходимое количество ампервитков. Вторая и третья строки таблицы содержат исходные параметры магнитов нуклотрона и спина соответственно.

В принципе величину поля в зазоре можно повысить до 5 Тл, если использовать схему магнита Умштеттера [5]. При этом происходит векторное сложение магнитных полей двух расположенных взаимно перпендикулярно пар дипольных обмоток в зазоре, а поле на поверхности магнитопровода не возрастает.

Таким образом устраняется основной недостаток магнитов с ферромагнитными сердечниками, и нам представляется актуальной задачей экспериментальная проверка описанной модификации магнита, которая может найти применение в различных устройствах управления движением заряженных частиц.