

С 345 С
И-498

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



80/2-78

2/7-78
10 - 10970

В.И.Илющенко, А.В.Карпунин, Ю.В.Куликов

АНАЛИЗИРУЮЩИЙ МАГНИТ
ДЛЯ ЯМР-МАГНИТОМЕТРА
($H = 6500$ Э В ЗАЗОРЕ 6 мм)

1977

10 - 10970

В.И.Илющенко, А.В.Карпунин, Ю.В.Куликов

АНАЛИЗИРУЮЩИЙ МАГНИТ
ДЛЯ ЯМР-МАГНИТОМЕТРА
($H = 6500$ Э В ЗАЗОРЕ 6 мм)

Илюшенко В.И., Карпунин А.В., Куликов Ю.В.

10 - 10970

Анализирующий магнит для ЯМР-магнитометра ($H = 6500 \text{ Э}$
в зазоре 6 мм)

Изготовлен постоянный магнит с H -образным ярмом из стали 3 и магнитными вставками размером $35 \times 35 \times 10 \text{ мм}^3$ из SmCo_5 . Величина магнитного поля в центре магнита при величине зазора $d = 6 \text{ мм}$ равна 6500 Э . При полюсных наконечниках $\phi 48 \text{ мм}$, толщине их 10 мм и расстоянии между ними 13 мм поле в центре зазора составляет 1540 Э , при этом неоднородность поля в объеме, ограниченном радиусом 10 мм , не хуже $0,1\%$. Магнит применен в качестве анализирующего для измерения магнитных полей методом нутации.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

ВВЕДЕНИЕ

Для измерения магнитных полей методом нутации необходимо применение анализирующих магнитов, имеющих напряженность поля не менее $1000 \text{ Э}^{1/2}$ для удовлетворительного соотношения сигнал-шум/ в зазоре $13 \div 20 \text{ мм}$ при неоднородности поля в определенном объеме не хуже $0,1\%$ на 1 см^2 . Исходя из условий компактности и удобства эксплуатации, естественно применять для этих целей постоянные магниты.

В предыдущей работе нами был исследован магнит с круглыми полюсами из SmCo_5 диаметром 30 мм . В результате проведенных измерений распределения поля по радиусу было обнаружено, что в зазоре 13 мм неоднородность составляла несколько десятков процентов на 1 см и, естественно, сигнал ЯМР не наблюдался.

В настоящем сообщении приведены результаты измерений магнитного поля в различных зазорах магнита с квадратными магнитными вставками из SmCo_5 размером $35 \times 35 \times 10 \text{ мм}^3$, а также сняты распределения полей отдельных вставок при наличии в них сколов.

КОНСТРУКЦИЯ МАГНИТА

Чертеж магнита приведен на рис. 1. Габаритные размеры при нулевом зазоре $-164 \times 108 \times 35 \text{ мм}$. Зазор может меняться от 0 до 17 мм с помощью шлифованных боковых вкладышей. Материал ярма магнита и вкладышей - сталь 3.

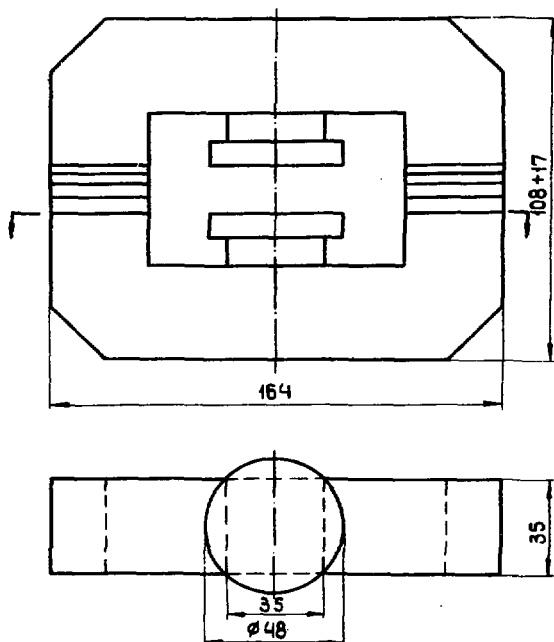


Рис. 1. Схема магнита.

В процессе обработки магнитных вставок в нескольких местах произошло скалывание, что привело к образованию краевых неоднородностей по толщине на глубину до 5 мм.

Кроме того, при исследовании магнита применялись полюсные наконечники диаметрами 48, 35 мм и концентраторы $\phi 22$ мм. Материал полюсных наконечников - сталь 3.

ИЗМЕРЕНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Абсолютное значение магнитных полей при различных полюсных наконечниках и межполюсных зазорах измерялось с помощью датчиков Холла с точностью не

хуже 0,1%. На *рис. 2* представлена зависимость $H=f(d)$, где H - напряженность магнитного поля, d - расстояние между полюсами.

Распределения полей по радиусу в зависимости от размеров и формы полюсных наконечников представлены на *рис. 3-5*, у поверхностей каждой из магнитных вставок - на *рис. 6-9*. Кроме того, сравнивались значения полей между магнитными вставками с ярмом и без ярма. Поле в центре межполюсного расстояния при одних и тех же полюсных наконечниках и зазорах с ярмом почти в 3 раза выше, чем без ярма.

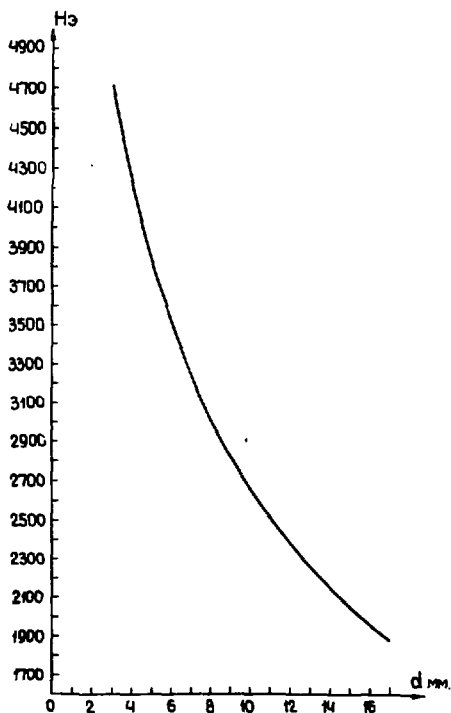


Рис. 2. Зависимость H от величины зазора. Полюсные наконечники $\phi 35$ мм с ярмом.

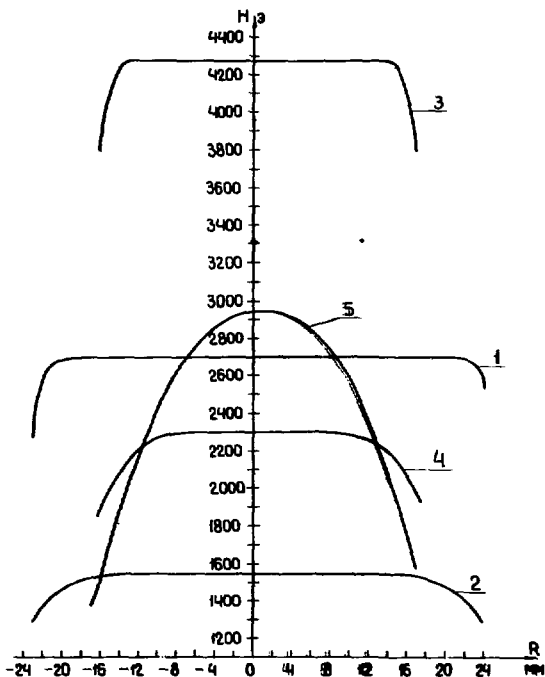


Рис. 3. Распределение поля в магните в зависимости от диаметра полюсных наконечников и межполюсного расстояния. 1. Полюсные наконечники $\phi 48$ мм, $d = 3$ мм, 2. Полюсные наконечники $\phi 48$ мм, $d = 13$ мм. 3. Полюсные наконечники $\phi 35$ мм, $d = 3$ мм. 4. Полюсные наконечники $\phi 35$ мм, $d = 13$ мм. 5. Без полюсных наконечников, только магнитные вставки 35×35 мм², $d = 19$ мм.

В результате измерений было получено:

1. Величина магнитного поля в зазоре - 3 мм для концентраторов диаметром 22 мм составляет 5840 Э.

2. При добавлении к основным магнитным вставкам дополнительных размеров 15×15 мм² поле в зазоре 6 мм без полюсных наконечников составляет 6500 Э.

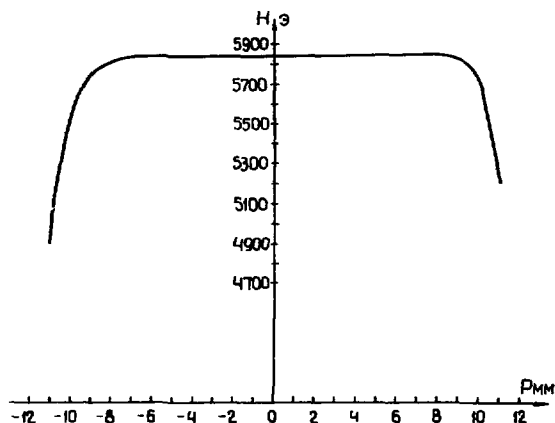


Рис. 4. Распределение поля в случае концентраторов $\phi 22$ мм и зазора $d = 3$ мм.

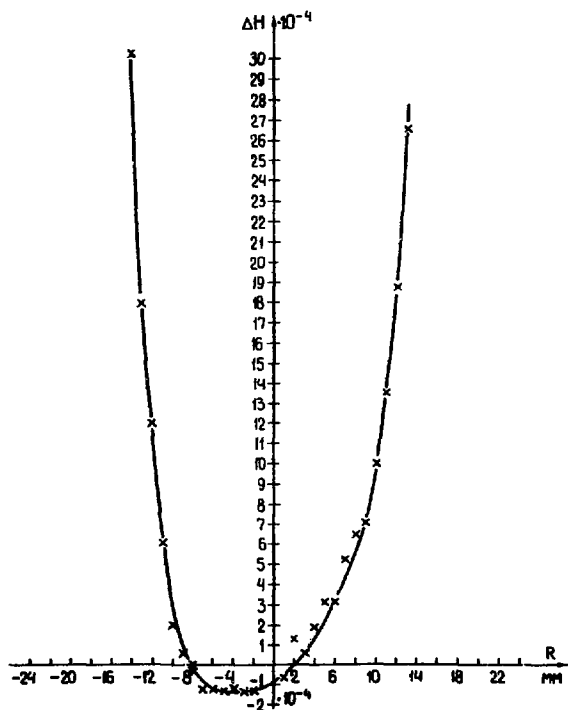


Рис. 5. Распределение магнитного поля в зазоре 13 мм при диаметре полюсных наконечников 48 мм.

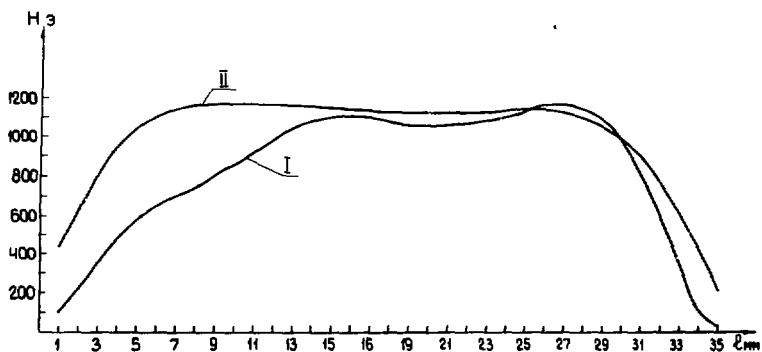
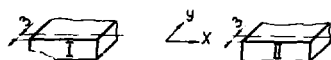


Рис. 6. Кривые распределения поля двух магнитных вставок /I и II/ на расстоянии 3 мм от края вдоль X .

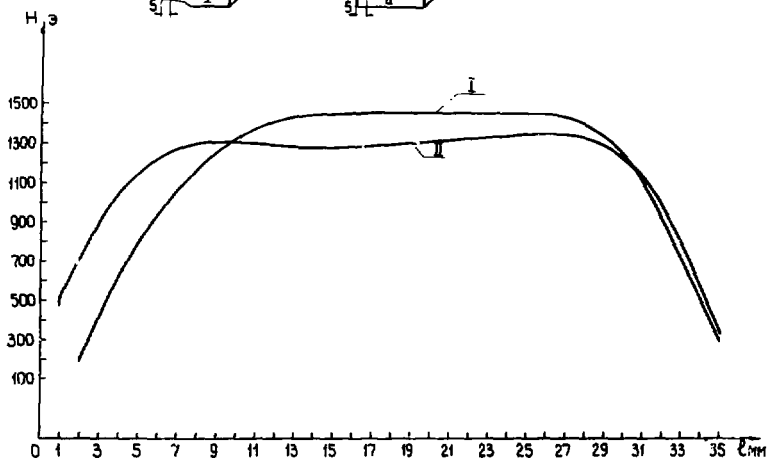
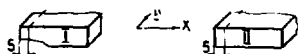


Рис. 7. Кривые распределения поля двух магнитных вставок /I и II/ на расстоянии 5 мм от края вдоль Y .

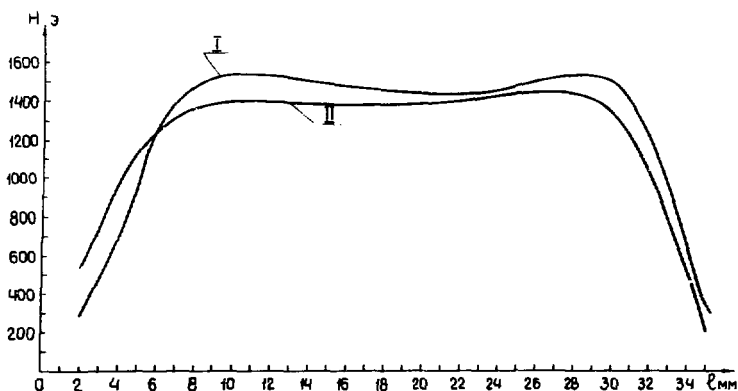
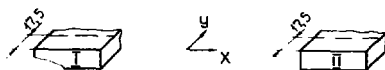


Рис. 8. Кривые распределения поля двух магнитных вставок /I и II/ по середине вдоль X.

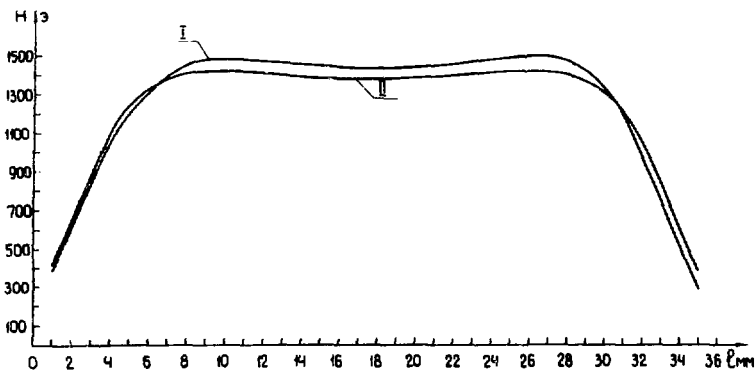
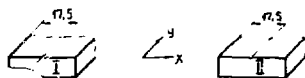


Рис. 9. Кривые распределения поля двух магнитных вставок /I и II/ по середине вдоль Y.

3. Магнит может быть использован в качестве анализирующего при измерении полей методом нутации.

4. Вблизи сколов амплитуда напряженности поля уменьшается и меняется характер кривой распределения.

ЯМР-МАГНИТОМЕТР

Сигнал ядерного магнитного резонанса в магните наблюдался с помощью ЯМР-магнитометра, описанного в работах^{/4-6/}. Поле в центре межполюсного зазора шириной 13 мм равно 1540 Э с полюсными наконечниками диаметром 48 мм.

Размеры выносного датчика - 150x30x12 мм.

Высокочастотная катушка индуктивности намотана на каучуковом каркасе ϕ 7 мм. Количество витков 90+10, провод марки ПЭВ или ПЭЛ. Модуляционная катушка намотана непосредственно на полюсные наконечники магнита.

Авторы благодарят Д.Д.Мишина и Р.М.Гричишкина за предоставление магнитных вставок из SmCo_5 , И.А.Шелаева за постановку задачи и А.А.Кукушкина за помощь в проведении измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Verma J.K.D., Raju V., Aggarwal M.D. NIM, 1972, 104, no. 3, p.545.
2. Tsuno K., Nakagawa K. JAP, 1976, no. 19, p.1695.
3. Илющенко В.И., Куликов Ю.В. ОИЯИ, 13-10510, Дубна, 1977.
4. Эндрю Э. Ядерный магнитный резонанс. М., ИЛ., 1957.
5. Денисов Ю.Н., Ивашкевич С.А. ОИЯИ, 13-3218, Дубна, 1967.
6. Ивашкевич С.А. ОИЯИ, 13-4969, Дубна, 1970.

Рукопись поступила в издательский отдел
21 сентября 1977 года.