

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



С 345с  
И-498

30/1-77  
13 - 10510

2028/2-77

В.И.Илющенко, Ю.В.Куликов

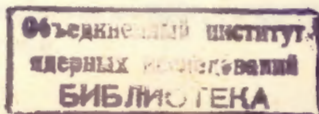
КАЛИБРОВОЧНЫЙ ДИПОЛЬНЫЙ МАГНИТ  
С ПОЛЮСАМИ ИЗ  $\text{SmCo}_5$  ( $H_{\text{max}} = 5600$  Э  
В ЗАЗОРЕ 2,85 ММ)

**1977**

13 - 10510

В.И.Илющенко, Ю.В.Куликов

КАЛИБРОВОЧНЫЙ ДИПОЛЬНЫЙ МАГНИТ  
С ПОЛЮСАМИ ИЗ  $\text{SmCo}_5$  ( $H_{\text{max}} = 5600$  Э  
В ЗАЗОРЕ 2,85 ММ)



Илюшенко В.И., Куликов Ю.В.

13 - 10510

Калибровочный дипольный магнит с полюсами из  $\text{SmCo}_5$   
( $H_{\text{max}} = 5600$  Э в зазоре 2,85 мм)

Изготовлен постоянный калибровочный магнит с Н-образным ярмом из стали-3 и полюсами  $\phi$  30 мм из  $\text{SmCo}_5$ . В центре магнита при величине зазора  $d = 2,85$  мм напряженность постоянного магнитного поля равна  $H_0 = 5600$  Э, при  $d = 12,20$  мм  $H_0 = 2950$  Э. При использовании  $\text{SmCo}_5$  с  $(BH)_{\text{max}} \sim 20$  МГс. Э напряженность поля может быть увеличена примерно в 3 раза.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

© 1977 Объединенный институт ядерных исследований Дубна

## 1. Введение

В настоящее время для получения магнитных полей различной мультиполярности, в частности на ускорителях заряженных частиц, применяются в основном "теплые" электромагниты с обмотками из меди или алюминия. С другой стороны, в течение последних 10 лет ведутся интенсивные разработки новых систем на постоянных магнитах<sup>1-2/</sup>. Ниже приведены результаты измерений распределений магнитного поля в калибровочном дипольном магните с ярмом Н-образной формы и полюсами из  $\text{SmCo}_5$ .

## 2. Интерметаллические соединения $\text{RCO}_5$

Основными характеристиками магнитно-твердых материалов являются зависимость  $B=f(H)$ , где  $B$  - магнитная индукция и  $H$  - напряженность магнитного поля внутри вещества; энергетическое произведение  $BH=B_d \cdot H_d$ , которое выражается в МГс.Э; остаточная индукция  $B_r(H_c=0)$  и коэрцитивная сила по индукции  $H_c(B_r=0)^{1/4}$ . Два последних параметра определяют конечные координаты отрезка кривой размагничивания  $B=f(H)$  во втором квадранте.

К наиболее распространенным магнитно-твердым материалам относятся бариевые и кобальтовые ферриты, сплавы альнико /алюминий-никель-кобальт/ и интерметаллические соединения  $\text{RCO}_5$ , где  $R$  - редкоземельный элемент или иттрий.

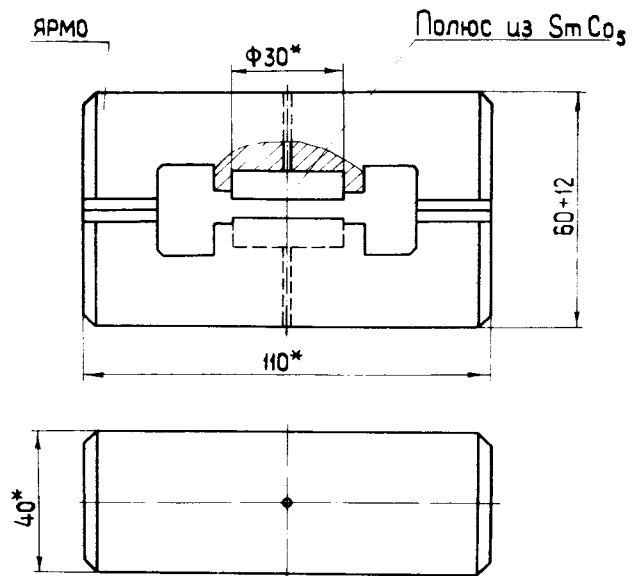


Рис. 1

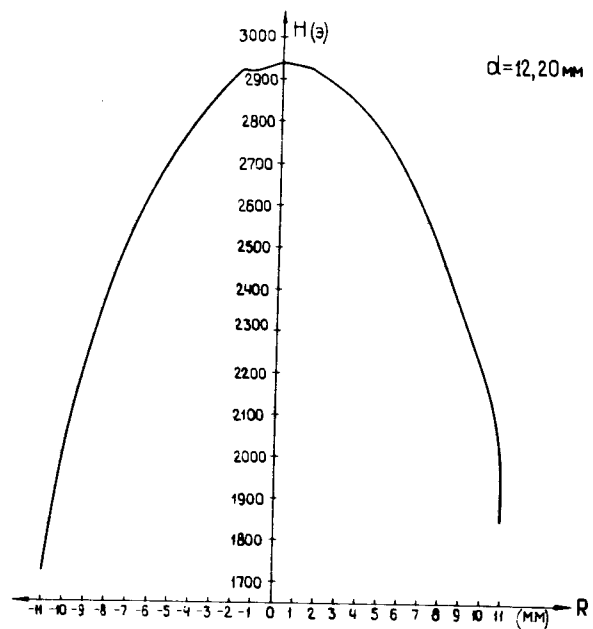


Рис. 3

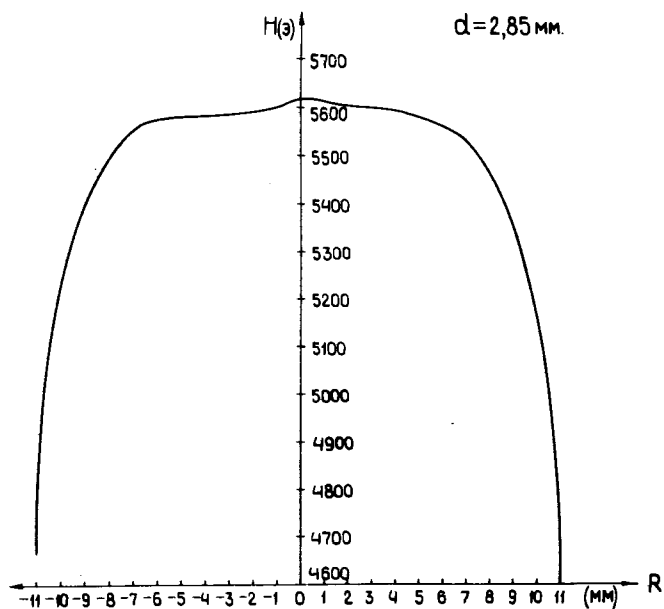


Рис. 2

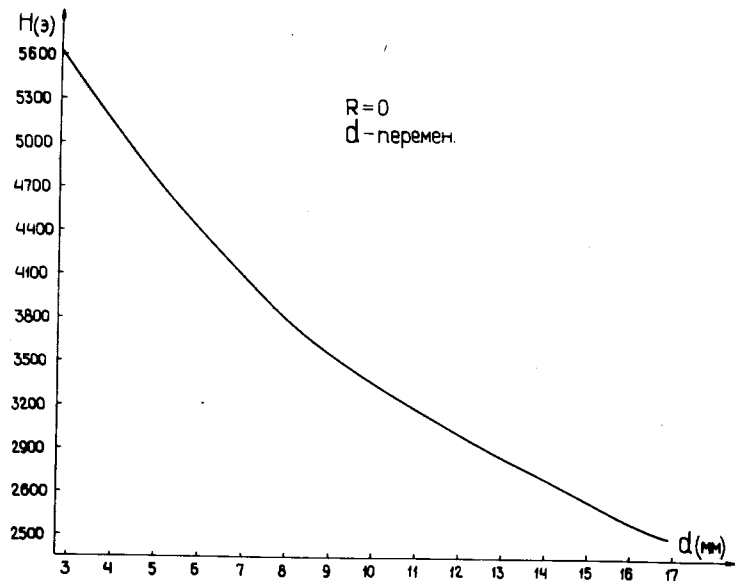


Рис. 4

Первые систематические исследования соединений  $\text{RCO}_5$  были выполнены в 1967 г.<sup>3/</sup> Литые магниты на основе  $\text{SmCo}_5$  имеют  $\text{BH} = 6,0 \text{ МГс} \cdot \text{Э}$ ,  $\text{H}_c = 5000 \text{ Э}$  и  $\text{B}_r = 5000 \text{ Гс}$ ; металлокерамические -  $\text{BH} = 22 \text{ МГс} \cdot \text{Э}$ ,  $\text{H}_c = 9500 \text{ Э}$  и  $\text{B}_r = 9500 \text{ Гс}$ <sup>4/</sup>. Точка Кюри равна примерно  $700^\circ\text{C}$ , температурный коэффициент  $d_B = -0,04\%/^\circ\text{C}$ <sup>5/</sup>.

### 3. Калибровочный магнит

При изготовлении калибровочного магнита Н-образного типа /рис. 1/ использовались наконечники из сплава  $\text{SmCo}_5$  в виде дисков высотой 8 мм и диаметром 30 мм, которые запрессовывались в ярмо из стали-3. Для изменения расстояния между полюсами применялся набор из шлифованных стальных пластин, которые вводились в зазор между стойками ярма.

Измерения распределения магнитного поля производились датчиком Холла с точностью не ниже 1%.

Результаты измерений распределения поля по радиусу  $\text{H}=\text{H}/\text{R}$  при высоте зазора  $d = 2,85 \text{ мм}$  показаны на рис. 2 и при  $d = 12,20 \text{ мм}$  - на рис. 3. Напряженность поля в центре при  $\text{R} = 0$  и  $d = 2,85 \text{ мм}$  равна  $\text{H}_0 = 5600 \text{ Э}$  и при  $d = 12,20 \text{ мм}$   $\text{H}_0 = 2950 \text{ Э}$ .

При  $d = 2,85 \text{ мм}$  спад поля по радиусу на длине  $\text{R} = 11 \text{ мм}$  от центра равен 1000 Э. Напряженность поля в воздушных полостях ярма равна 1-2 Э.

При  $d = 12,20 \text{ мм}$  спад поля по радиусу составляет также примерно 1000 Э.

Элементарный расчет по методу отношений<sup>4/</sup> показывает, что применяемый материал имел  $\text{BH} \sim 5 \text{ МГс} \cdot \text{Э}$ . Зависимость  $\text{H}_0 = \text{H}(d)$  при  $\text{R} = 0$  приведена на рис. 4.

### 4. Заключение

В заключение авторы выражают благодарность В.А.Баркову за предоставление магнитов из  $\text{SmCo}_5$ ,

И.А.Шелаеву за постановку задачи и А.В.Карпунину за помощь в проведении измерений.

### Литература

1. Koch J. Phys. Bl., 1975, 31, No. 10, pp.439-455.
2. XIV Ann. Conf. INTERMAG, IEEE Trans., MAG-12, No. 6, 1976.
3. Strnat K.J., Hoffer G., Olson J., Ostertag W., Becker J.J. J. Appl. Phys., 1967, 38, No. 3, pp. 1001-1002.
4. Постоянные магниты. Справочник под ред. Ю.М.Пяткина. М., "Энергия", 1971.
5. Bachmann K. AIP Conf. Proc., 1974, No. 18, p. 2, 1168-1172.

Рукопись поступила в издательский отдел

18 марта 1977 года.