

Ц 71
В-192

20/XI-65

Известия. техн., 1966,
№ 5, с. 89

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

2404



Д.П. Василевская, Ю.Н. Денисов, Н.И. Дьяков

ХОЛЛОВСКИЙ МАГНИТОМЕТР

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

1965

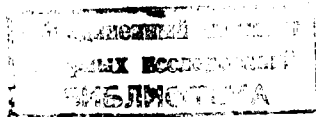
2404

3728/3 ч.

Д.П. Василевская, Ю.Н. Денисов, Н.И. Дьяков

ХОЛЛОВСКИЙ МАГНИТОМЕТР

Направлено в ПТЭ



Описываемый магнитометр, основанный на эффекте Холла, разработан в Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований. Прибор предназначен для измерений величины или топографии стационарных магнитных полей в широком диапазоне значений. Принципиальная схема магнитометра показана на рис. 1.

Прибор укомплектован двумя датчиками с почти одинаковыми характеристиками (рабочий и резервный). Датчики размерами $5 \times 3 \times 0,2$ мм³ изготовлены из $I_n A_z$ и помещены среди фетровых прокладок в эбонитовые корпуса размерами $80 \times 20 \times 15$ мм³. Чувствительность датчиков составляет $\approx 0,015$ мкв/а.тл, а продольное и поперечное сопротивление равны ≈ 2 омам. Питается датчик от стабилизированного источника постоянного тока с параллельным включением регулирующего триода типа П201^{1/1}. Схема сравнения выполнена на триоде П15, а в дополнительном усилительном каскаде используется кремниевый триод типа П103. Согласование постоянных уровней напряжения на коллекторе усилительного каскада и базе регулирующего триода осуществляется с помощью диода Д808.

В качестве опорного напряжения используется напряжение, падающее на стабилизаторе типа Д808. Для компенсации температурной нестабильности опорного напряжения последовательно с диодом Д808 включен диод Д7Ж в прямом направлении. Подбор режима компенсации осуществляется перераспределением токов через эти диоды с помощью сопротивлений R_2 и R_3 .

Ток возбуждения датчика регулируется потенциометром R_4 в пределах 50–150 ма и контролируется миллиамперметром, расположенным на передней панели прибора. Его можно также измерить отдельным точным прибором, подключенным к клеммам „внешний прибор“. Номинальная величина тока возбуждения как для рабочего, так и резервного датчиков – 100 ма.

В приборе предусмотрена блокировка, не позволяющая включать стабилизатор тока при отключенном датчике (контакты 5–6 разъема ШР-2). Эта блокировка необходима для предотвращения пробоя транзисторов полным выходным напряжением выпрямителя при разрыве цепи нагрузки.

Разработанный стабилизированный источник постоянного тока имеет коэффициенты стабилизации по напряжению $K_{\text{стн}} = 1000$ и по нагрузке $K_{\text{ст}} = 500$. Дрейф тока нагруз-

ки в течение часа не превышает $\pm 2 \cdot 10^{-3}\%$.

Напряжение, возникающее в холловской цепи из-за неэквипотенциальности электродов Холла, компенсируется при помощи дополнительного источника питания (гальванический элемент типа ОР-4) и сдвоенного потенциометра R_1 . Переключатель P_3 служит для грубой установки величины тока через цепочку компенсации. Два положения этого переключателя соответствуют рабочему и резервному датчикам. Выключатель дополнительного источника питания B_1 заблокирован с общим сетевым выключателем прибора. В примененной схеме компенсации отсутствуют обычно используемые низкоомные делители, включаемые в цепь тока возбуждения параллельно датчику^{/2/}. Это является серьезным преимуществом рассматриваемой схемы, поскольку делители, во-первых, шунтируют измеритель ЭДС Холла, снижая тем самым реальную чувствительность датчика, а во-вторых, затрудняют стабилизацию величины тока возбуждения датчика из-за изменения его сопротивления в магнитном поле.

Измерение ЭДС Холла производится гальванометром типа М85. В приборе предусмотрена возможность использования и других, более точных измерителей, например потенциометров типа Р306 и Р307. В этом случае переключатель P_1 устанавливается в положение, соответствующее клеммам "внешний прибор".

Весь диапазон измеряемых магнитных полей 0-2 тл разбит на 7 поддиапазонов. Установка соответствующего поддиапазона измерений производится переключателем P_2 . Как уже указывалось, в магнитометре имеется два практически одинаковых датчика. Максимальная чувствительность прибора с рабочим датчиком составляет $1,2 \cdot 10^{-5}$ тл на 1 деление, а с резервным - $0,83 \cdot 10^{-5}$ тл на 1 деление шкалы гальванометра. Оба датчика отградуированы при помощи ядерного магнитометра.

Среднеквадратичная ошибка измерений стационарных магнитных полей этим прибором вычислялась по формуле

$$\Delta = \sqrt{\Delta_T^2 + \Delta_1^2 + \Delta_a^2 + \Delta_{E_x}^2 + \Delta_{\Gamma}^2}$$

где Δ_T - температурная ошибка, которая при изменении внешней температуры на $\pm 5^\circ\text{C}$ составляет $\pm 0,3\%$; Δ_1 - погрешность установки тока возбуждения датчика, составляющая $\pm 0,5\%$ при контроле по внутреннему прибору и $\pm 0,015\%$ для случая измерения внешним потенциометром Р307; Δ_a - ошибка из-за неточной установки плоскости датчика, равная $\pm 0,3\%$ при $\Delta_a = \pm 2^\circ$; Δ_{E_x} - погрешность измерения ЭДС Холла, равная $\pm 0,5\%$ при измерении гальванометром М85 или $0,015\%$ для потенциометра Р307;

Δ_{Γ} - погрешность градуировки, не превышающая $\pm 0,01\%$ при использовании в качестве измерителя абсолютной величины напряженности магнитного поля ядерного магнитометра.

Таким образом, погрешность измерения магнитного поля описываемым прибором составляет $\pm 0,8\%$. Если ЭДС Холла и величина тока возбуждения контролируется потенциометром Р307, то среднеквадратичная ошибка измерений уменьшится до $\pm 0,3\%$.

Прибор очень удобен в обращении и может широко использоваться для контроля стационарных магнитных полей электромагнитов, используемых в экспериментальной ядерной физике и ускорительной технике.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность И.А. Каплину и П.П. Гавриш за активную помощь при изготовлении и градуировке прибора.

Л и т е р а т у р а

1. С.Д. Додик. Полупроводниковые стабилизаторы постоянного напряжения и тока. Изд. "Советское радио", 1962.
2. Полупроводники в науке и технике. Сборник статей. Изд. АН СССР, 1967.

Рукопись поступила в издательский отдел
23 октября 1965 г.

1000 = 0,13

0,15 мкв = 0,13
в.о. мкв

1000 = 0,0013

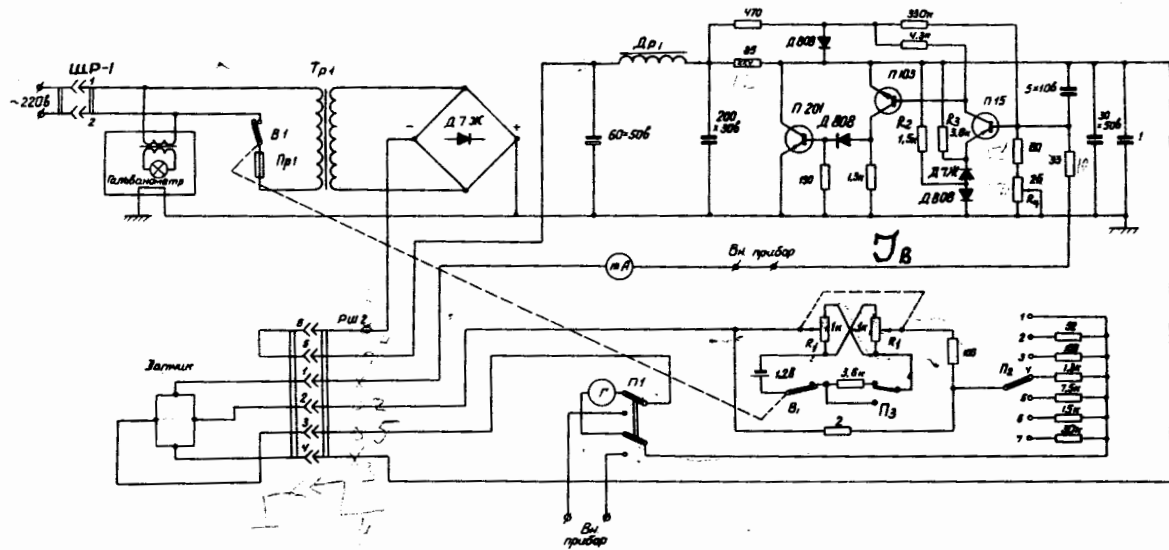


Рис. 1.