

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Действительный член Академии педагогических наук СССР А. Г. КАЛАШНИКОВ
и Н. В. КРАСНОГОРСКАЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ „МАГНИТНОЙ“ ТРУБКИ КУБЕЦКОГО КАК
ИНДИКАТОРА МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Методы, основанные на свойствах электронов отклоняться от прямолинейного пути, имеют большое значение в области магнитных измерений и за последние годы получают все более широкое распространение (метод магнетрона) (1).

Учитывая, что при вторичной эмиссии электронов эффект, вызываемый действием магнитного поля, усиливается в несколько раз (во столько раз, сколько каскадов усиления имеет прибор), мы задались целью исследовать возможность использования вторично-электронного процесса, осуществляемого, в частности, в умножителе Кубецкого (2), в качестве чувствительного индикатора магнитного поля.

Исследованная нами „магнитная“ трубка Кубецкого имеет медно-серно-цезиевый фотокатод с fotocувствительностью $\gamma_{\text{фк}} = 1,3 \mu\text{A/lm}$ и 6 каскадов усиления, причем каждый из них, в отличие от обыкновенного электронного умножителя, состоит из двух эмитирующих слоев с равной площадью поверхности: медно-серно-цезиевого слоя (Cu—S—Cs), активного по отношению к вторичной эмиссии, и менее активного серебряного слоя.

При наложении на трубку, работающую в определенном режиме, внешнего магнитного возмущения изменится фокусировка электронного пучка, а следовательно, и анодный ток на выходе трубки. Изменяя величину изменения анодного тока, можно оценить действующее на трубку магнитное поле. На рис. 1 представлена характеристика зависимости анодного тока данной трубки от напряженности фокусирующего поперечного магнитного поля, называемого в дальнейшем „собственным“ магнитным полем, в отличие от внешнего, измеряемого поля.

Магнитное поле создавалось в данном случае прямоугольными катушками с током, площадью 70×310 мм, причем трубка

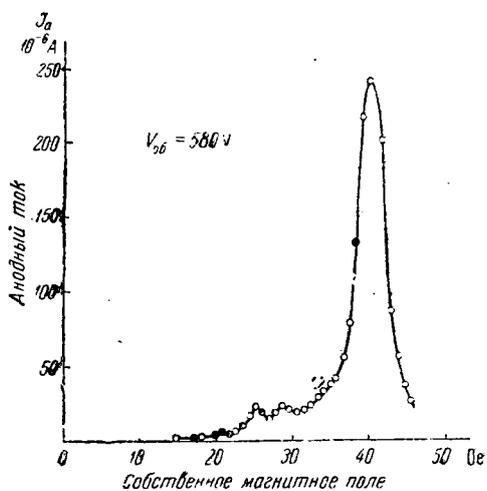


Рис. 1. Зависимость анодного тока „магнитной“ трубки от напряженности „собственного“ магнитного поля; ● — рабочая точка

располагалась в однородной части (с точностью до 5%) магнитного поля катушек.

Выбирая режим работы трубки так, чтобы рабочая точка находилась на крутой части характеристики, мы установили линейную зависимость изменения анодного тока от внешнего однородного магнитного поля, создаваемого кольцами Гельмгольца, с постоянной $c=0,036$ Oe/A, причем вектор напряженности внешнего поля параллелен вектору напряженности „собственного“ магнитного поля (см. рис. 2).

Как следует из графика (рис. 2), чувствительность трубки к внешнему однородному магнитному полю при электрическом напряжении $V_{00}=580$ V составляет $\gamma_{\text{н}}=14$ $\mu\text{A/Oe}$, или $7,2 \cdot 10^{-4}$ Oe/1°.

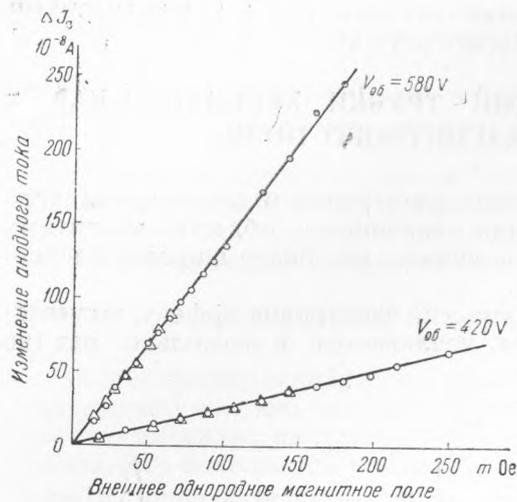


Рис. 2. Зависимость изменения анодного тока магнитной трубки от напряженности внешнего однородного магнитного поля; Δ — контрольные точки

чувствительности гальванометра $1 \cdot 10^{-8}$ А/1°. При понижении общего напряжения, налагаемого на трубку, до 420 V чувствительность трубки к внешнему однородному магнитному полю уменьшается в 6 раз.

С целью определения влияния формы и силы „собственного“ поперечного магнитного поля на чувствительность трубки к магнитному возмущению нами было экспериментально исследовано фокусирующее действие постоянных подковообразных магнитов различной ширины, создающих в области трубки отрицательный градиент поля $dH/dz < 0$ (магнит расположен под трубкой), а также магнитов прямоугольного сечения, создающих в области трубки поле, близкое к однородному.

В результате проведенных исследований установлено, что характеристики зависимости анодного тока от силы „собственного“ магнитного поля трубки сохраняют в определенном интервале напряженности магнитного поля ярко выраженный максимум для всех форм постоянных магнитов. Но крутизна характеристик, а следовательно, и чувствительность трубки к внешнему магнитному возмущению зависят от конфигурации фокусирующего магнитного поля. Оптимальной формой „собственного“ магнитного поля для „магнитной“ трубки Кубецкого, как индикатора магнитного поля, является однородное поле. В случае однородного „собственного“ магнитного поля чувствительность трубки к внешнему магнитному возмущению в 7 раз превышает чувствительность трубки, работающей с подковообразным магнитом, используемым в умножителе Кубецкого.

Для всех исследованных нами форм магнитов, создающих „собственное“ магнитное поле, зависимость изменения анодного тока трубки от внешнего однородного магнитного поля линейна при условии выбора рабочей точки на линейной части характеристики зависимости анодного тока от „собственного“ магнитного поля.

Погрешность измерений внешнего магнитного поля в интервале от 5 до 15 мОе при чувствительности метода $\gamma_{\text{н}}=0,08$ мОе/1° и в интервале от 10 до 250 мОе при чувствительности метода $\gamma_{\text{н}}=0,84$ мОе/1° не превышает 2% измеряемой величины.

Из большого числа полученных экспериментальных данных

следует, что вторично-электронную трубку Кубецкого целесообразно использовать как индикатор напряженности магнитного поля, причем чувствительность метода может быть значительно повышена путем увеличения числа каскадов усиления трубки, применения усилительных схем и пр. Разработанный метод в сочетании с осциллографом может быть положен в основу конструирования безинерционного прибора для измерения вариаций напряженности слабого магнитного поля.

Институт теоретической геофизики
Академии Наук СССР

Поступило
12 II 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Г. Зуева, Тр. Всесоюз. н.-и. ин-та метрологии (1940). ² Л. А. Кубецкий, Изв. АН СССР, сер. физ., 8, № 6, 357 (1944).