

Изучение гальванометра (3.2.6)

Манро Эйден

Цель работы:

изучение работы высокочувствительного зеркального гальванометра магнитоэлектрической системы в режимах измерения постоянного тока и электрического заряда.

В работе используются:

зеркальный гальванометр с осветителем и шкалой, источник постоянного напряжения, делитель напряжения, магазин сопротивлений, эталонный конденсатор, вольтметр, переключатель, ключи, линейка.

Экспериментальная установка

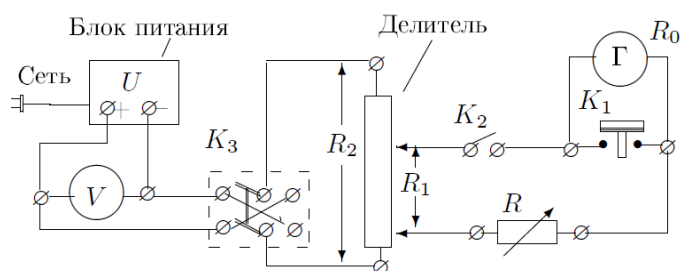


Рис. 1: Схема установки для работы гальванометра в стационарном режиме (используется схема, представленная на рис. 2).

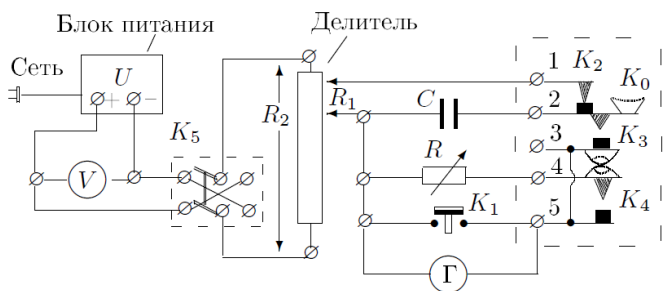


Рис. 2: Схема установки для определения баллистической постоянной

Схема для исследования гальванометра в стационарном режиме представлена на рис. 1. Постоянное напряжение U снимается с блока питания и измеряется вольтметром V . Ключ K_3 позволяет менять направление тока через гальванометр Γ , делитель напряжения — менять величину тока в широких пределах. Ключ K_2 служит для включения гальванометра, кнопка K_1 — для его успокоения. Магазин сопротивлений R позволяет менять режим работы гальванометра от колебательного до апериодического.

Для изучения работы гальванометра в режиме измерения заряда (в баллистическом режиме)

Система ключей устроена так, что нормально ключ K_2 замкнут, а ключи K_3 и K_4 разомкнуты. При нажатии на кнопку K_0 сначала размыкается ключ K_2 , затем замыкается K_3 и через некоторое время — K_4 . При нормальном положении кнопки K_0 конденсатор C заряжается до напряжения U_C и получает заряд q .

При нажатии на ключ K_0 конденсатор отключается от источника постоянного напряжения (размыкается ключ K_2) и подключается к гальванометру (замыкается ключ K_3).

Теоретическая справка

Баллистический гальванометр — электроизмерительный прибор магнитоэлектрической системы, отличающийся высокой чувствительностью

к току и сравнительно большим периодом свободных колебаний.

На помещённую в магнитное поле обтекаемую током рамку гальванометра действуют момент закрученной нити, момент магнитных сил и тормозящий момент (зависит от сил сопротивления воздуха и от вихревых токов). Учитывая все эти моменты, уравнение движения рамки принимает вид

$$\ddot{\varphi} + 2\gamma\dot{\varphi} + \omega_0^2\varphi = KI,$$

где γ – коэффициент затухания подвижной системы гальванометра, ω_0 – собственная частота колебаний рамки

Динамическая постоянная гальванометра определяется при пропускании через рамку постоянного тока:

$$C_I = \frac{I}{\varphi} = \frac{D}{BSN},$$

где B – индукция магнитного поля в рамке, S – площадь одного витка рамки, D – модуль кручения нити.

При пропускании коротких импульсов тока через баллистический гальванометр начальная скорость движения рамки пропорциональна электрическому заряду, прошедшему через рамку за всё время импульса. Отношение баллистических постоянных в критическом и свободном режимах равно e .

Формулы

$$C_I = \frac{2aI}{x}$$

$$\Theta = \ln \frac{x_n}{x_{n+1}}$$

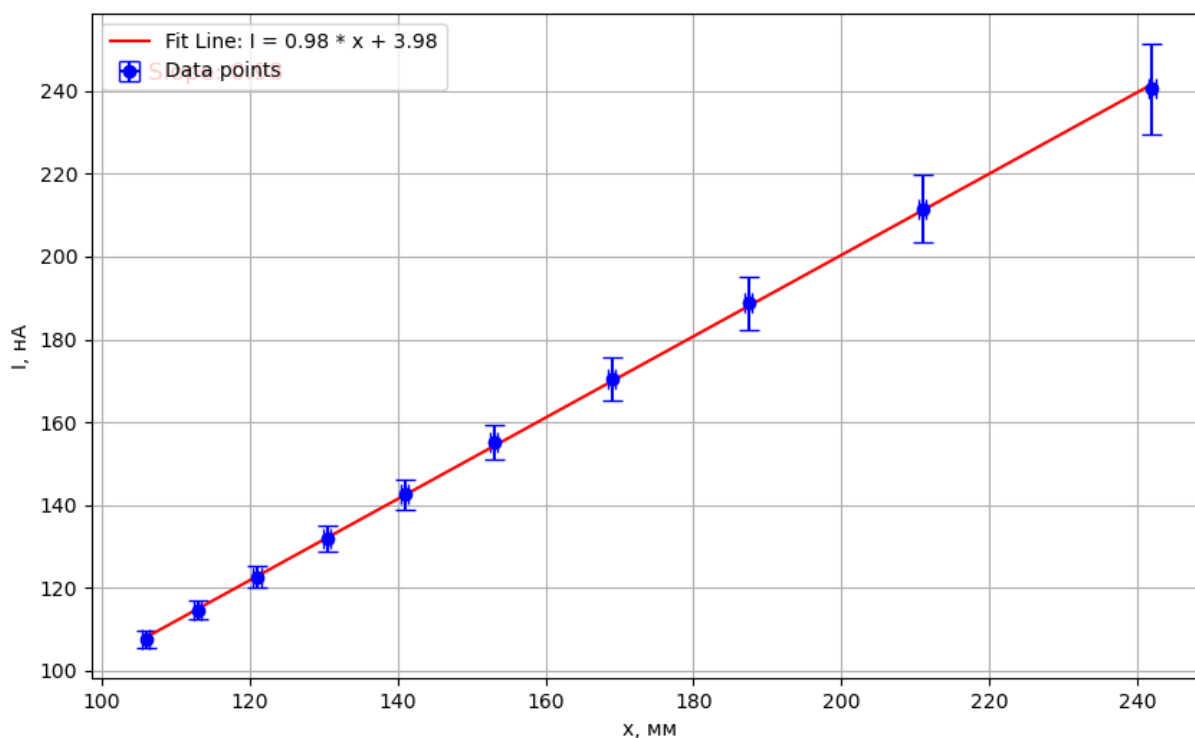
$$\tau = CR_0$$

$$S_I = \frac{1}{C_I}$$

$$C_q^{\text{кр}} = 2a \frac{R_1}{R_2} \frac{CU_0}{x_{\text{max}}^{\text{cr}}}$$

Ход работы

Рис. 3: Зависимость $I(x)$



Динамическая постоянная:

$$C_I = (2612.28 \pm 130.85) \text{ нА}$$

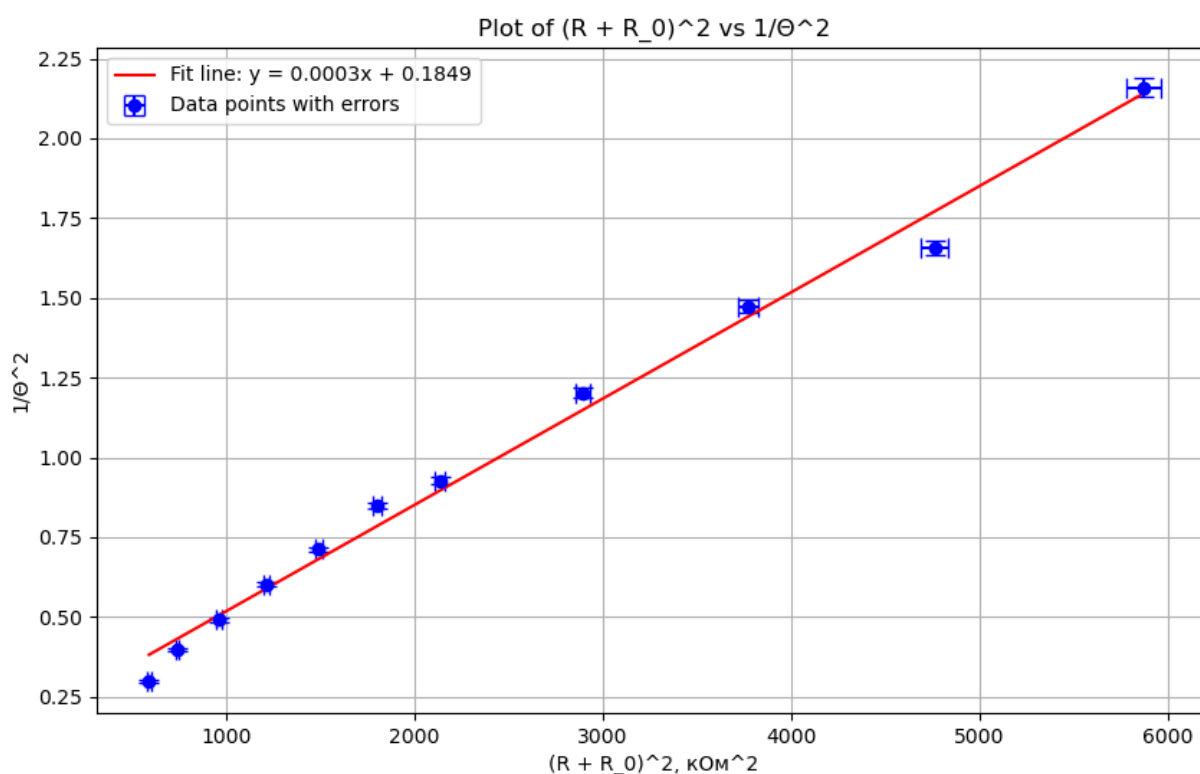
Чувствительность гальванометра к току:

$$S_I = (0.38 \pm 0.02) \cdot 10^{-3} \text{ нА}^{-1}$$

Логарифмический декремент затухания:

$$\Theta_0 = (192.12 \pm 3.28) \cdot 10^{-3}$$

Рис. 4: Зависимость $(R + R_0)^2$



Критическое сопротивление, определенное по формуле:

$$R_{\text{кр}} = (6813.22 \pm 94.98) \text{ Ом}$$

Критическое сопротивление, определенное по подбором:

$$R_{\text{кр}} = (7600 \pm 100) \text{ Ом}$$

Баллистическая постоянная в критическом режиме:

$$C_q^{\text{кр}} = (1807.76 \pm 27.90) \text{ нКл}$$

Время релаксации:

$$\tau = (1.1 \pm 0.02) \text{ мс}$$

Период свободных колебаний гальванометра

$$T_0 = (3.52 \pm 0.02) \text{ с}$$

Время релаксации крайне маленькое в сравнении с периодом свободных колебаний.

Вывод

Убедились в линейности зависимости тока через гальванометр I от его отклонения x . Период колебаний подвижной системы получился сравнительно большим, а чувствительность к току высокой, что соответствует теоретическому описанию.