

Логометри.

Логометри використовуються для вимірювання температури і працюють в комплексі з термометрами опору. На рис. 66, а зображена принципова спрощена схема логометра постійного струму магнітоелектричної системи.

У магнітному полі полюсів постійного магніту 1 поміщені дві струмові рамки, закріплені на одній осі. Рамки укріплені на сердечнику з магнітопроводного заліза під кутом один до дру- гу. У різних типах логометрів цей кут може бути різним. Центр кола, що описує кожен полюсний башмак магніту, не збігається з центром кола сердечника рамок. Тому зазор між сердечником рамок і полюсами магніту нерівномірний. Зазор в горизонтальній осі, що проходить через центр сердечника, мінімальний, до кінців полюсних башмаків зазор розширюється. Така конфігурація полюсів магніту додана для того, щоб напруженість магнітного поля в повітряному зазорі була нерівномірною. Максимальна напруженість створюється по горизонтальній осі, що проходить через центр сердечника.

При відхиленні від горизонтальної осі і переході до вертикальної напруженість падає.

До сердечника, на якому намотані рамки, прикріплена стрілка, що рухається уздовж показує шкали. Рамки харчуються струмом від джерела постійного струму напругою 4 В. У ланцюг однієї з рамок включено постійний опір R , а в ланцюг іншого - змінний опір R_t термометра опору, який змінюється залежно від температури. Струм, що проходить через рамки, створює магнітний потік, який взаємодіє з магнітним потоком постійного магніту (рис. 66, б). Як видно з малюнка, сили взаємодії такі, що в кожній рамочці створюється момент, який прагне повернути рамку. Рамка, в ланцюг якої включено опір R , прагне повернутися за годинниковою стрілкою, а рамка, в ланцюг якої включено опір R_t - проти.

Величина моменту кожної рамочки залежить від напруженості магнітного поля, в якому вона знаходиться, і від сили струму, що проходить по рамочці:

$$M_1 = C_1 H_1 I_1, \quad M_2 = C_2 H_2 I_2,$$

де M_1 і M_2 - моменти, що розвиваються рамками; H_1 і H_2 - напруженість магнітного поля рамочок; I_1 і I_2 - струми в рамочках; C_1 і C_2 - коефіцієнти пропорційності.

Якщо опір термометра опору дорівнює опору резистора R , то струми, що проходять по обох рамочки, однакові. Момент дорівнює моменту M_2 і рамочки знаходяться в рівновазі, стрілка приладу знаходиться на нулі.

Уявімо, що температура вимірюваного середовища зросла, тоді опір термометра збільшиться і сила струму в ланцюзі рамочки з терморезистором зменшиться. Це призведе до того, що момент M_2 , створюваний рамочкою, в ланцюзі якої знаходиться термометр, стане менше моменту другої рамочки і сердечник почне повертатися за годинниковою стрілкою. Отже, стрілка логометра піде за шкалою вправо.

Рамочка, в ланцюзі якої стоїть резистор R, при повороті сердечника почне виходити із зони сильного магнітного поля в зону ослабленого поля, а рамочка, в ланцюзі якої знаходиться термометр опору, навпаки, буде входити у все більш посилюється поле.

Внаслідок зміни напруженості ПОЛЯ момент M_1 буде зменшуватися, а момент M_2 - збільшуватися. Коли : $C_1 H_1 I_1 = C_2 H_2 I_2$, моменту M_u ,

$$\text{серд} \frac{I_1}{I_2} = \frac{C_2 H_2}{C_1 H_1} = C \frac{H_2}{H_1} \cdot (12) \quad \text{звідки}$$

Кожному положенню рамок відповідає своя напруженість магнітного поля в зазорі сердечника $C = \frac{H_2}{H_1} = \frac{I_1}{I_2} = f(\alpha)$, пропорційний відношенню напруженост

Таким чином, кут відхилення стрілки буде пропорційний зміні опору термометра або температурі вимірюваного середовища. Це дозволяє шкалу логометра градувати безпосередньо в градусах.

Логометри проградуїровані на певний тип термометра опору. Так як коливання струму, викликане змінами напруги мережі, відбивається на обох рамочках, то теоретично ці зміни не повинні позначатися на результатах вимірювання. Практично неї в результаті тертя в опорах і неідентичності пружин, по яких підводиться струм до рамочки, коливання мережі декілька відбиваються на роботі логометра.

Електрична схема логометра ЛР-64-02 показана на рис. 62. Прилад має вимірювальну і регулюючу частини. Вимірювальна частина являє собою бруківку схему, в одне з плечей яких включено термометр опору RT (затискачі 2-3). Діагональ харчування (затискачі 1-4) підключена до внутрішнього джерела стабілізованого живлення.

У вимірювальну діагональ підключені дві рамки Γ_1 і Γ_2 , що представляють рухому частину вимірювального механізму ІМ. Рамки включені в схему так, щоб створювані ними обертаючі моменти, утворені взаємодією магнітного поля постійного магніту і струму в рамці, були спрямовані назустріч один одному. Напруженість магнітного поля в зазорі, в якому обертаються рамки, нерівномірною, так як нерівномірний повітряний зазор по окружності. При повороті рамок в магнітному полі постійного магніту обертовий момент однієї рамки зменшується, тому що збільшується повітряний зазор між рамкою і полюсним наконечником, і зменшується напруженість магнітного поля. Протидіє момент іншої рамки збільшується, так як рамка входить в який зменшується повітряний зазор, де напруженість магнітного поля збільшується. Під дією цих магнітних моментів встановлюється рівновага вимірювальної системи.

Новому значенню опору термометра R_T відповідає нове положення рівноваги моста. Отже, кут повороту рамки зі стрілкою пропорційний значенню опору термометра.

Перевагою схем логометра перед схемою неврівноваженого мосту-є незалежність його свідчень від напруги джерела живлення. Регулююча частина приладу являє собою високочастотний автогенератор Γ з індуктивними обмотками L_1 - L_3 на феритових сердечниках і підсилювача $У$ на трьох транзисторах. Схема її роботи регулюючої частини логометра ЛР-64-02 аналогічна розглянутій схемі мілівольтметра Ш-4501.

Основна похибка приладу не перевищує $\pm 1,5\%$ від діапазону вимірювання. Прилад допускає двох- і трьохпровідний схему включення термометра опору.

При двухпроводной схемі (рис. 63, а) опору обох проводів, що з'єднують термометр з приладом разом з подгоноч ної котушкою, підключеною до затиску 3, повинні бути рівні половині опору лінії, зазначеної на шкалі приладу. Опір ліній всіх типів сучасних логометрів становить 5 і 15 Ом.

Опір лінії підганяють зменшенням опору підгінних котушки R'' , підключеної до затиску 3, а опір підгінних котушки, підключеної до затиску 2, не змінюється.

Для зменшення впливу зміни опору сполучних проводів від зміни навколишньої температури використовують трьохпровідний схему включення термометра.

На трехпроводной схемою (рис. 63, б) опір кожного із з'єднувальних проводів разом з підключеними котушками, що приєднуються до затискачів 2, 3, має становити половину значення опору лінії R_L , зазначеного на шкалі приладу.

Підгонку опору лінії термометра опору виконують у наступному порядку:
закорачивається (з'єднують) затискачі А і Б в голівці термометра опору;
від'єднують дроти, що йдуть від приладу до термометра опору (затискачі 2, 3, 4) \

мостом опору (типів МВУ-49, МО) вимірюють опір проводів попарно: R_A ^ $A-R_e$ ', $R_{aA}-R_c$ \ R_f , $A-R_c$, де R_a - опір дроту, що підключається до зажиму 2, при знятої підгінних котушці R_n , R_f , - опір дроту, що підключається до затиску 3, при знятої підгінних котушці R_n , R_c ^ - опір дроту, що підключається до затиску 4;

значення опору R_a і R_c визначають за формулами:

$$R_a = [(\frac{1}{2} R_A + \frac{1}{2} R_C) - (R_6 + R_c)] / 2; R_c = [(R_t + R_6) - (R_a + R_C) + (R_6 + R_e)] / 2$$

зменшують значення опору підгінних котушок так, щоб кожен з проводів лінії R_3 і R_c разом зі своєю котушкою R_n мав значення опору, рівну половині опору лінії, зазначеного на шкалі приладу, т. е. $2,5 \pm 0,01$ Ом або $7,5 \pm 0,03$ Ом;

підключають лінію і підганяльні котушки R_p до приладу згідно зі схемою (рис. 63, б) і знімають перемичку з затискачів А і Б.

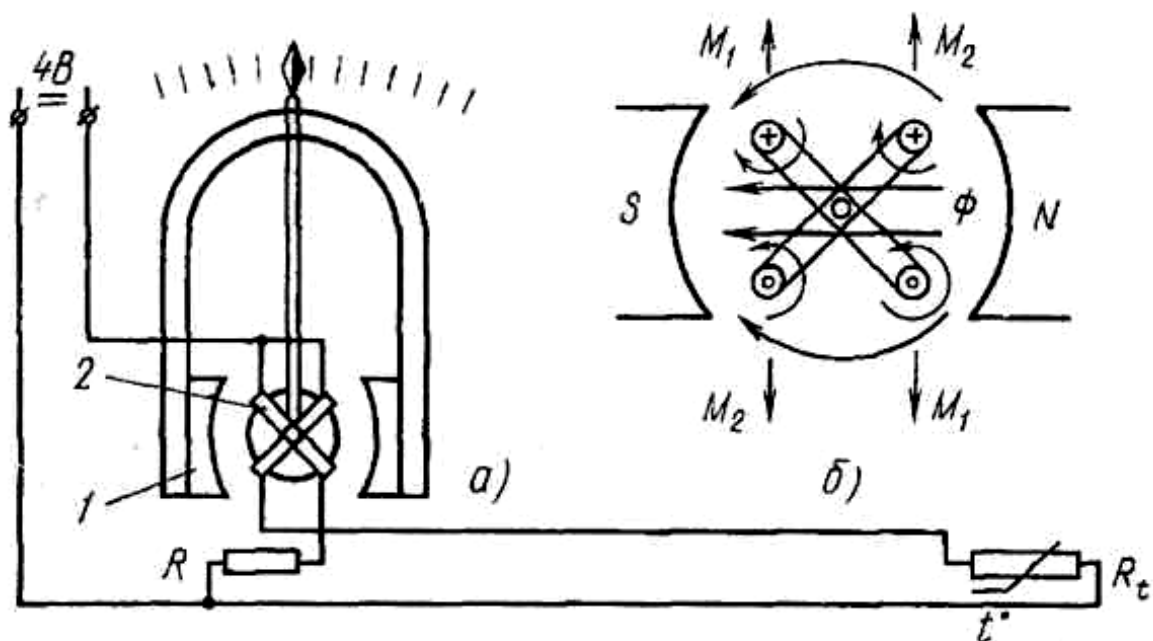


Рис. 66. Принципиальная упрощенная схема логометра (а) и схема взаимодействия магнитных потоков (б): 1 — постоянный магнит, 2 — токовые рамки, R_t — термометр сопротивления, R — резистор, N , S — полюса постоянного магнита, M_1 , M_2 — моменты, развиваемые рамочками

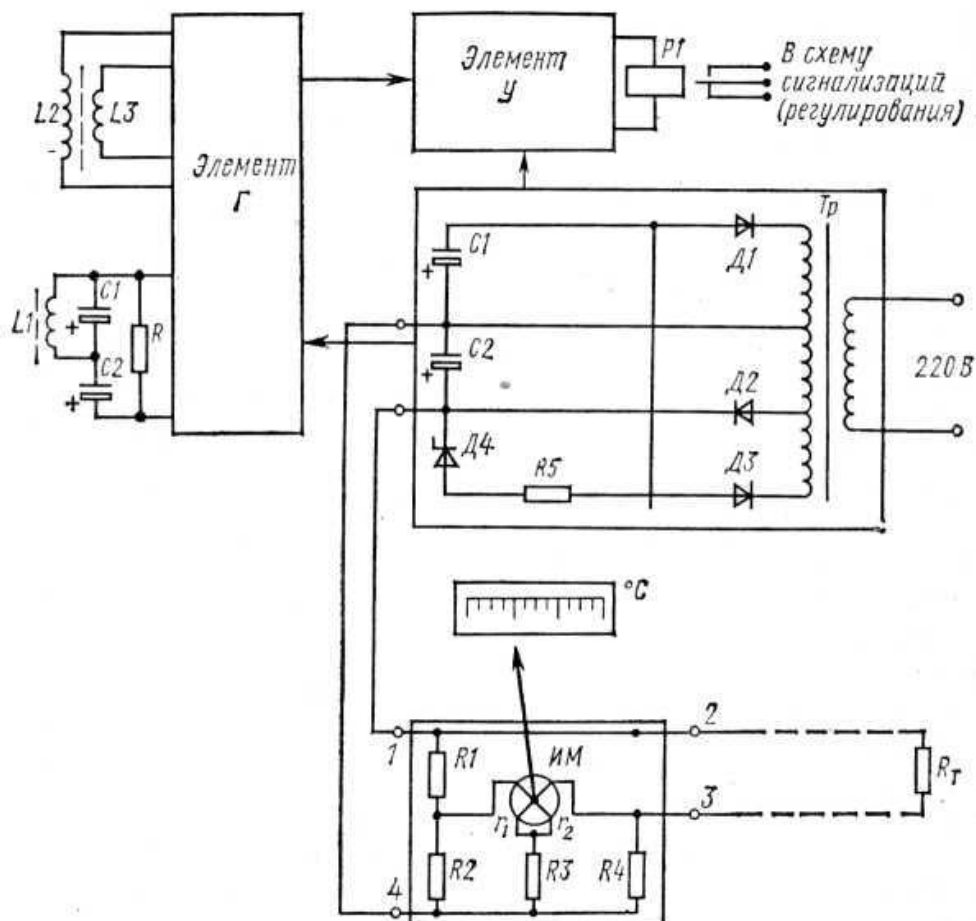


Рис. 62. Электрическая схема логометра типа ЛР-64-02

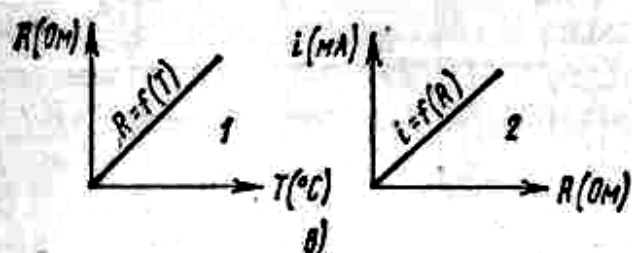
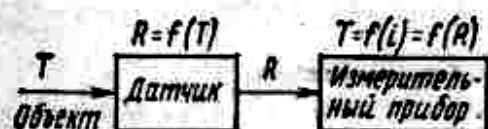
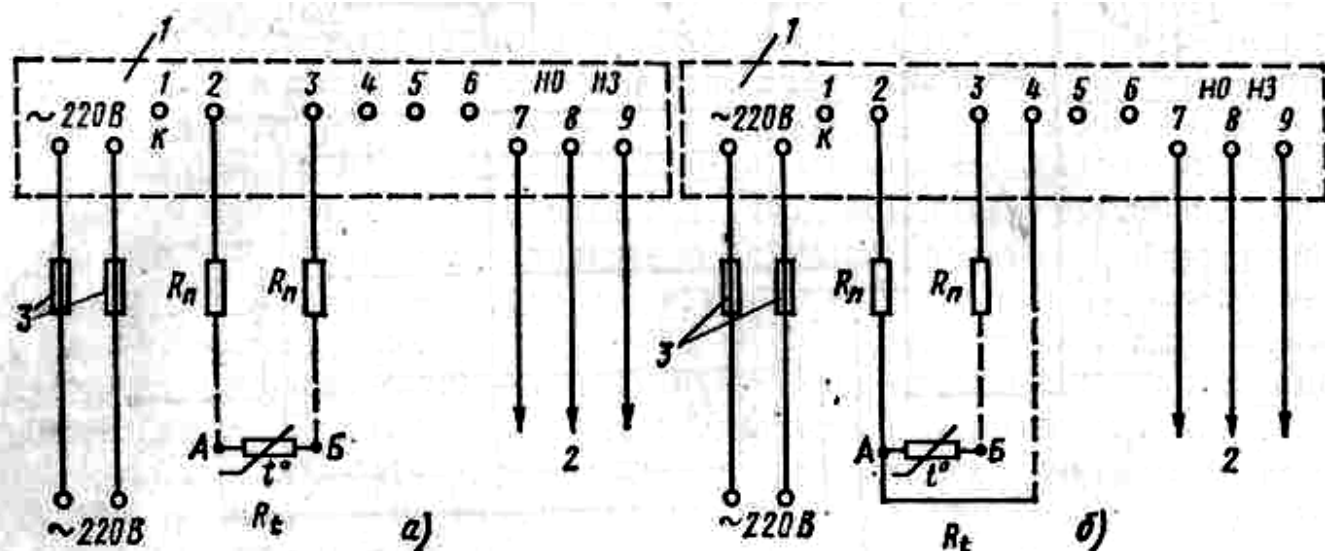


Рис. 63. Схема соединения термометра сопротивления с логометром ЛР-64-02:

а — двухпроводная схема, б — трехпроводная схема, в — функциональная схема измерения температуры с помощью термометра сопротивления и логометра; R_t — датчик температуры, R_n — подгоночные катушки; 1 — блок зажимов, 2 — выход с контактов регулирования (сигнализация), 3 — предохранители