

2958



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ (МИИТ)

Кафедра «Электротехника, метрология и электроэнергетика»

Г.Г. РЯБЦЕВ, И.В. СЕМЕНОВ

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОММЕТРЫ НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ

*Методические указания
к лабораторной работе*

по дисциплине
«Методы и средства измерений, испытаний и контроля»

МОСКВА–2009

Московский государственный университет
путей сообщения (МИИТ)

Кафедра электротехники, метрологии и электроэнергетики

Г.Г. Рябцев, И.В. Семенов

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОММЕТРЫ НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ

Рекомендовано редакционно-издательским советом университета в
качестве методических указаний к лабораторным работам по
дисциплине «Методы и средства измерений, испытаний и контроля»
для студентов технических специальностей

Москва – 2009

УДК 621.317

Р98

Рябцев Г.Г., Семенов И.В. Электромеханические омметры непосредственной оценки: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Методы и средства измерений, испытаний и контроля». – М.: МИИТ, 2009 – 16 с.

Даны краткие теоретические сведения о принципе действия и особенностях построения измерительных цепей и градуировке шкал электромеханических омметров непосредственной оценки, выполненных на базе измерительных механизмов магнитоэлектрической системы; составлены задания и приведен порядок выполнения работы по градуировке шкал омметров. Ил. 7, табл. 2.

© Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), 2009

СОДЕРЖАНИЕ

1	ЦЕЛЬ РАБОТЫ	4
2	КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ	4
2.1	Принцип действия измерительного механизма магнитоэлектрической системы	4
2.2	Измерительные цепи омметров	6
2.2.1	Омметр с последовательной схемой включения измерительного механизма	6
2.3.1	Омметр с параллельной схемой включения измерительного механизма	8
3	ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	9
3.1	Градуировка шкалы омметра с последовательной схемой включения измерительного механизма	10
3.2	Градуировка шкалы омметра с параллельной схемой включения измерительного механизма	12

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение принципа действия и особенностей построения измерительных цепей и градуировки шкал электромеханических омметров непосредственной оценки.

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

В практике измерений активного сопротивления элементов электрической цепи широкое применение находят электромеханические омметры непосредственной оценки (т.е. с отсчетом результата измерения непосредственно по шкале прибора), построенные на базе измерительных механизмов магнитоэлектрической системы

2.1. Принцип действия измерительного механизма магнитоэлектрической системы

Принцип действия измерительного механизма магнитоэлектрической системы основан на взаимодействии магнитного поля постоянного магнита с магнитным полем подвижной проволочной катушки, по которой протекает измеряемый ток.

Измерительный механизм магнитоэлектрической системы (см рис. 1) содержит постоянный магнит 1, между полюсами которого размещена закрепленная на оси подвижная проволочная катушка 2. Выводы катушки с двух сторон соединены с упругими пружинками 3, через которые к катушке подводится измеряемый ток $I_{из}$. На катушке 2 закреплена указательная стрелка 4, перемещающаяся по шкале 5.

При подключении к измерительному механизму измеряемого тока I , создается вращающий момент $M_{вр}$, перемещающий

подвижную катушку по направлению часовой стрелки. Упругие пружинки 3, соединенные с подвижной катушкой 2, создают противодействующий момент $M_{пр}$, направленный встречно вращающему моменту. При равенстве этих моментов подвижная катушка останавливается, и угол α ее поворота будет определяться отношением моментов $M_{вр}$ и $M_{пр}$:

$$\alpha = f\left(\frac{M_{вр}}{M_{пр}}\right).$$

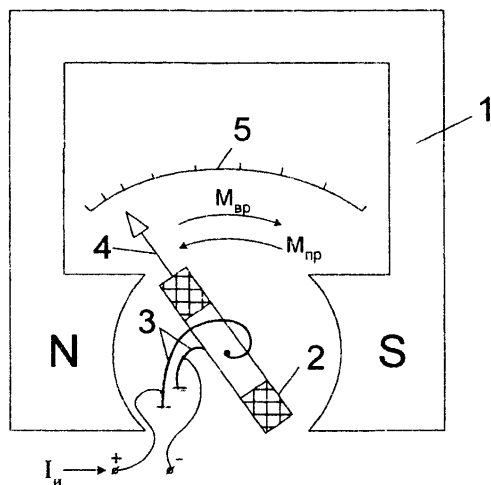


Рис. 1. Измерительный механизм магнитоэлектрической системы

Противодействующий момент определен жесткостью упругих пружинки и является величиной постоянной, а вращающий момент пропорционален силе измеряемого тока. В результате этого угол поворота подвижной катушки будет определяться силой измеряемого тока I_H :

$$\alpha = f(I_H).$$

2.2. Измерительные цепи омметров

Измерительные цепи омметров выполняют по схемам последовательного и параллельного включения измерительного механизма относительно измеряемого сопротивления.

2.2.1. Омметр с последовательной схемой включения измерительного механизма

Цепь омметра (рис 2) содержит источник питания E (набор из стандартных сухих батарей), добавочный резистор R_d , измерительный механизм I . Добавочный резистор ограничивает ток измерительного механизма при коротком замыкании выходных зажимов «Ом» и «*» омметра K выходным зажимам омметра подключается измеряемое сопротивление R_x .

Принцип действия омметра основан на том, что ток I_H измерительного механизма определен сопротивлением измерительной цепи, в которое входит измеряемое сопротивление R_x :

$$I_H = \frac{E}{R_d + R_H + R_x}. \quad (1)$$

Это обстоятельство позволяет отградуировать шкалу измерительного механизма в единицах сопротивления (Омах). Градуировка шкалы будет иметь нелинейный характер, так как измеряемый параметр R_x находится в знаменателе расчетной зависимости (1)

Особенностью омметра с последовательной схемой включения измерительного механизма является то, что при отключенном сопротивлении R_x (что соответствует $R_x = \infty$) цепь разорвана и ток измерительного механизма равен нулю, а при коротком замыкании

выходных зажимов (что соответствует $R_{\text{в}} = 0$) ток цепи будет иметь максимальное значение $I_{\text{И max}}$:

$$I_{\text{И max}} = \frac{E}{R_{\text{д}} + R_{\text{И}}}.$$

В результате этого, направление градуировки шкалы будет носить «обратный» характер, т.е. при $R_{\text{в}} = 0$ стрелка измерительного механизма будет находиться в крайнем правом положении, при $R_{\text{в}} = \infty$ - в крайнем левом, а при $0 < R_{\text{в}} < \infty$ - в положении, соответствующем значению $R_{\text{в}}$.

Влияние сопротивления $R_{\text{в}}$ на силу тока $I_{\text{И}}$ измерительного механизма будет заметным при условии $R_{\text{в}} > (R_{\text{д}} + R_{\text{И}})$. Измерительные механизмы магнитоэлектрической системы имеют внутреннее сопротивление в пределах десятков – сотен Ом. Поэтому цепь с последовательной схемой включения измерительного механизма применяют в омметрах для измерения сопротивления высокоомных элементов электрической цепи.

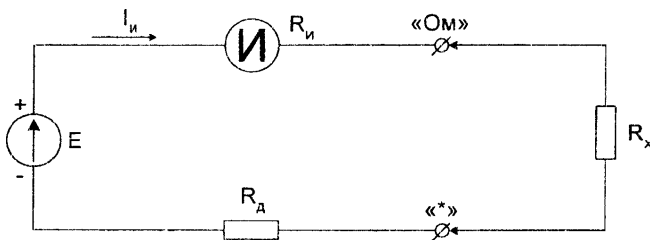


Рис. 2 Схема измерительной цепи омметра с последовательным включением измерительного механизма

2.2.2. Омметр с параллельной схемой включения измерительного механизма

Измерительная цепь (рис. 3) омметра обеспечивает возможность «прямого» направления градуировки шкалы измерительного механизма. Это обусловлено тем, что при $R_1 = 0$ (короткое замыкание выходных зажимов омметра) ток измерительного механизма будет равен нулю, и стрелка на шкале будет находиться в крайнем левом положении. При $R_1 = \infty$ (выходные зажимы омметра разомкнуты) ток измерительного механизма будет иметь максимальное значение $I_{II\max}$:

$$I_{II\max} = \frac{E}{R_{II} + R_I}.$$

Стрелка на шкале измерительного механизма будет находиться в крайнем правом положении

При подключении измеряемого сопротивления R_1 ток измерительного механизма (см. рис. 3) будет определяться следующей зависимостью

$$I_{II} = \frac{I R_3}{R_{II}}, \quad (2)$$

где $I R_3$ – падение напряжения на зажимах измерительного механизма;

R_3 – эквивалентное сопротивление параллельно соединенных измерительного механизма с внутренним сопротивлением R_{II} и измеряемого сопротивления R_1 .

Подставляя значение

$$R_3 = \frac{R_{II} R_1}{R_{II} + R_1}$$

в (2) получим

$$I_I = \frac{E R_1}{R_{II} R_1 + R_1 (R_{II} + R_I)} \quad (3)$$

Отсюда видно, что градуировка шкалы будет иметь нелинейный характер, так как измеряемый параметр R_x находится и в числителе, и в знаменателе расчетной зависимости (3).

Влияние сопротивления R_i на силу тока $I_{и}$ измерительного механизма будет заметным при условии $R_x \leq R_{и}$. Магнитоэлектрические измерительные механизмы имеют внутреннее сопротивление в пределах десятков–сотен Ом. Поэтому цепь с параллельной схемой включения измерительного механизма применяют в омметрах для измерения сопротивления низкоомных элементов электрической цепи.

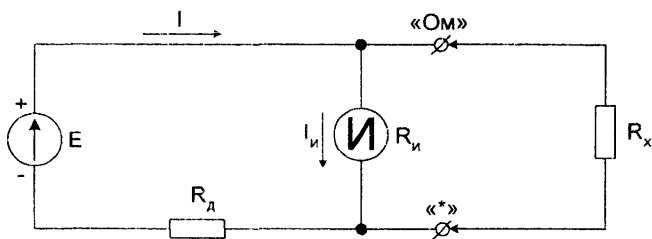


Рис. 3 Схема измерительной цепи омметра с параллельным включением измерительного механизма

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Экспериментальная часть работы заключается в градуировке шкалы измерительного механизма магнитоэлектрической системы, включаемого в последовательную и параллельную цепи омметра.

3.1. Градуировка шкалы омметра с последовательной схемой включения измерительного механизма

1. Ознакомиться с правилами пользования средствами измерений и вспомогательными устройствами, которые будут использоваться в работе: источником питания УНИП; измерительным прибором М2038 (с магнитоэлектрическим измерительным механизмом); магазином сопротивлений Р4831 или Р33

2. При выключенном состоянии источника питания УНИП установить регулятор его выходного напряжения в нулевое (крайнее левое против хода часовой стрелки) положение.

3. Собрать измерительную цепь (рис 4), где R_d, R_v – добавочный и измеряемый резисторы, объединенные в одном магазине сопротивлений Р4831 (или Р33).

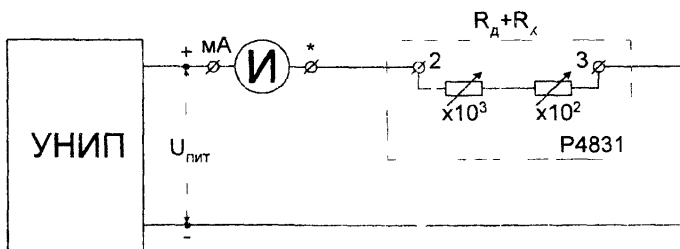


Рис 4 Схема измерительной цепи омметра с последовательным включением измерительного механизма

4. Установить переключатель ступеней магазина сопротивлений в нулевое положение

Верхний предел измерения по току измерительного механизма М2038 установить равным $I_{II} = 3 \text{ мА}$.

5. По значению U_{II} падения напряжения на измерительном механизме М2038 (указанному на шкале прибора) при токе $I_{II} = 3\text{мА}$ рассчитать его внутреннее сопротивление R_{II} :

$$R_{II} = \frac{U_{II}}{I_{II}}.$$

6. Рассчитать при $U_{\text{ном}} = 4,5\text{В}$, $I_{II} = 3\text{мА}$ и $R_1 = 0$ сопротивление добавочного резистора R_d :

$$R_d = \frac{U_{\text{ном}}}{I_{II}} - R_{II}.$$

7. Установить сопротивление магазина равным рассчитанному значению R_d с точностью до 100 Ом.

8. Включить источник питания УНИП и медленным вращением по ходу часовой стрелки ручки регулятора его выходного напряжения установить стрелку измерительного механизма М2038 на оцифрованном делении $\alpha = 150$.

9. **Выключить источник питания.** Увеличить сопротивление магазина на 500 Ом, что будет соответствовать включению в цепь измеряемого сопротивления $R_1 = 500\text{Ом}$.

10. Включить источник питания, зафиксировать угол α отклонения стрелки измерительного механизма М2038, занести данные в табл. 3.1

Выключить источник питания

Таблица 3 1

Данные эксперимента

R_1 , Ом	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	∞
α , дел	150								0
C , Ом/дел									-

11 Поочередно увеличивая сопротивление магазина в соответствии со значениями, указанными в табл. 3.1 фиксировать

6. Рассчитать при $U_{ном} = 4,5В$, $I_{II} = 3мА$ и $R_1 = 0$ сопротивление добавочного резистора R_d :

$$R_d = \frac{U_{ном}}{I_{II}} - R_{II}.$$

7. Установить сопротивление R_d магазина равным рассчитанному значению с точностью до 100 Ом.

8. Включить источник питания УНИП и медленным вращением по ходу часовой стрелки ручки регулятора его выходного напряжения установить стрелку измерительного механизма М2038 на оцифрованном делении $\alpha = 150$.

9. **Выключить источник питания.** Подключить параллельно измерительному механизму И низкоомные ступени R_1 магазина сопротивлений путем соединения их клемм «*» и «7».

Установить сопротивление $R_1 = 100Ом$.

10. Включить источник питания, зафиксировать угол α отклонения стрелки измерительного механизма М2038, занести данные в табл 3.2

Выключить источник питания.

Таблица 3 2

Данные эксперимента

$R_1, Ом$	0	1	2	5	10	15	25	50	100	∞
$\alpha, дел$	0									150
$C, Ом/дел$	-									-

11. Поочередно устанавливая сопротивление ступени R_1 магазина в соответствии со значениями, указанными в табл. 3.2 фиксировать отклонения стрелки измерительного механизма и заносить эти данные в таблицу 3.1.

Перед каждым переключением ступеней магистина сопротивлений необходимо выключать источник питания во избежание повреждения измерительного механизма.

12. Рассчитать цену деления шкалы измерительного механизма в Омх в каждом интервале заданных значений измеряемого сопротивления R_x (начиная со 100 Ом):

$$C = \frac{\Delta R}{\Delta \alpha} = \frac{R_{N+1} - R_N}{\alpha_{i+1} - \alpha_i}$$

Данные расчета занести в таблицу 3.2.

13. Начертить исходную шкалу измерительного механизма, отградуированную в делениях, и шкалу омметра, отградуированную в Омх (рис. 7). Выделить на шкале омметра сплошной линией рабочий участок $L_{\text{раб}}$, в пределах которого цена деления шкалы не превышает $2,5 \frac{\text{Ом}}{\text{дел}}$.

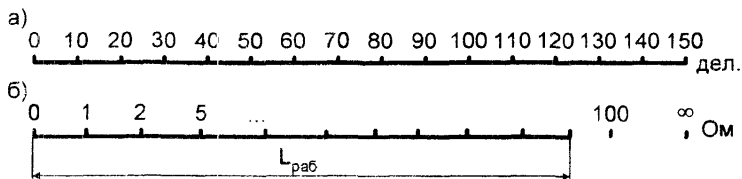


Рис. 7. Шкала измерительного механизма, отградуированная в делениях шкалы (а) и Омх (б)

Учебно-методические издание
Рябцев Геннадий Георгиевич
Семенов Илья Витальевич

Электромеханические омметры непосредственной оценки
Методические указания к лабораторным работам по дисциплине
«Методы и средства измерений, испытаний и контроля»

Подписано к печати <i>06.04.</i> Формат 60x84x16	Тираж 100 экз.
Усл. печ. л. - <i>1,0.</i> <i>2009 г.</i> Заказ № <i>112.</i>	Изд. № <i>88-09</i>

127994, Москва, ул. Образцова, 9, стр. 9, Типография МИИТа.