

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого»

Кафедра "ТОЭ"

Отчет
по лабораторной работе № 2-1
«Изучение основных характеристик электроизмерительных приборов»
Рассчитываем шунт и дополнительное сопротивление для данного прибора
М362

по дисциплине ТОЭ

Выполнил студент гр. 3Э-21с
Орешко А. В.

Принял преподаватель
Погуляев М.Н.

Гомель 2021

Лабораторная работа № 2-1. Изучение основных характеристик электроизмерительных приборов

Цель работы:

1. Изучить устройство и принцип действия приборов разных систем, их погрешности, достоинства, недостатки и область применения.
2. По шкале конкретного прибора определить его основные характеристики и абсолютную погрешность намерения.
3. Рассчитать шунт и дополнительное сопротивление для расширения пределов измерения прибора.

Приборы и принадлежности:

Приборы и принадлежности: приборы разных систем или набор шкал от различных приборов.

Теоретическая часть.

Электроизмерительным прибором называется устройство, которое предназначено для измерения различных электрических величин: тока, напряжения, сопротивления, электрической мощности и т.д.

Все измерительные приборы делятся на две большие группы: аналоговые и цифровые.

Аналоговые измерительные приборы – приборы, показания которых являются непрерывной функцией изменения входной измеряемой величины. Аналоговые измерительные приборы делятся на приборы для статических и динамических измерений.

К приборам для статических измерений относятся вольтметры, амперметры, омметры и другие.

К приборам для динамических измерений относятся электронно-лучевые осциллографы, самопишущие приборы.

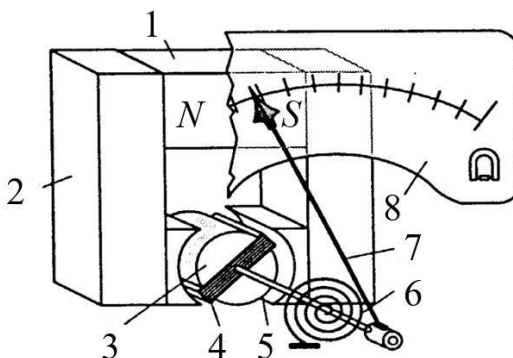


Рисунок 1. – Конструкция магнитоэлектрического механизма:

1 – постоянный магнит; 2 – магнитопровод; 3 – цилиндрический сердечник из магнитомягкого материала; 4 – рамка с измеряемым током; 5 – ось; 6 – спиральная пружина; 7 – стрелка; 8 – шкала.

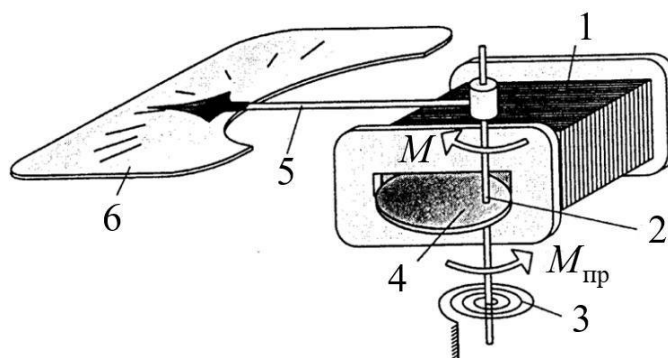


Рисунок 2. – Устройство электромагнитного механизма:
1 – катушка с измеряемым током; 2 – ось; 3 – спиральная пружина; 4 – сердечник из магнитомягкого материала; 5 – стрелка; 6 – шкала.

Принцип действия этой системы (см. рис. 2) основан на взаимодействии катушки с ферро магнитным сердечником. Протекающий по катушке ток I создает магнитный поток, который втягивает сердечник. Спиральная пружина связана со стрелкой.

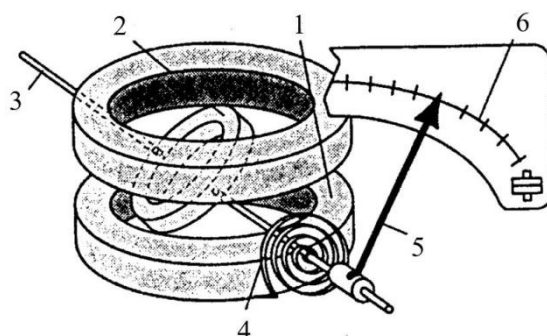


Рисунок 3.– Конструкция электродинамической системы: 1 – неподвижная катушка; 2 – подвижная катушка; 3 – ось; 4 – спиральная пружина; 5 – стрелка; 6 – шкала.

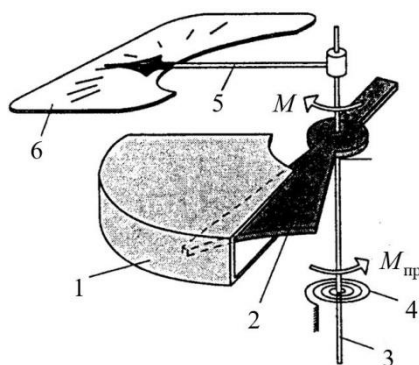


Рисунок 4. – Устройство электростатического механизма:
1 – неподвижная пластина; 2 – подвижная пластина; 3 – ось; 4 –

спиральная пружина; 5 – стрелка; 6 – шкала.

Основными характеристиками электроизмерительных приборов являются: погрешность средства измерений, чувствительность, цена деления шкалы, диапазон измерений и другие.

Погрешность средства измерений – это разность между показанием прибора и истинным значением измеряемой величины (средним значением) абсолютная погрешность $\Delta X = \bar{X} - X$, где X – результат измерения, \bar{X} – истинное значение величины (наиболее близкое к истинному значению – среднее значение). Относительная погрешность – отношение абсолютной погрешности к истинному значению, выраженное в процентах (1):

$$\delta = \frac{\Delta X}{\bar{X}} \cdot 100\% \quad (1)$$

Класс точности k – это наибольшая величина относительной или приведенной погрешности, которой может обладать прибор на любом участке его шкалы.

Чувствительность S – это отношение линейного или углового перемещения указателя к изменению измеряемой величины, вызвавшему это перемещение (2).

$$S = \frac{d\alpha}{dx} \quad (2)$$

Цена деления шкалы C_{min} – это разность между верхним и нижним пределами измерения деленная на число делений между ними. Цена деления может быть определена, как величина обратная чувствительности (3).

$$C_{min} = \frac{1}{S} \quad (3)$$

Чтобы снять показание прибора надо цену деления шкалы умножить на число делений, до которого дошел указатель.

Абсолютная погрешность результата измерения складывается из абсолютной погрешности отсчета (4).

$$\Delta X_{\text{пр}} = \pm \frac{kx_{\text{пред}}}{100} \quad (4)$$

Порядок выполнения работы

Задание 1. Изучение характеристик электроизмерительных приборов.

1. Получить у преподавателя прибор (шкалу прибора), характеристики которого следует определить

2. Характеристики прибора и результаты вычислений занести в таблицу 1 (Если на шкале вашего прибора есть обозначения, которые не рассмотрены выше см. Приложение 1.)

Таблица 1. – Характеристики прибора и результаты вычислений

№	Название прибора	Система прибора	Предел измерения	Класс точности	Цена деления	Абсолютная погрешность прибора
1	Вольтметр М362	Магнитно-электрическая	150	3	10 В/дел; 10 А/дел	$\pm 4,5$

$$\Delta X_{\text{пр}} = \pm \frac{kx_{\text{пред}}}{100} = \pm \frac{3 \cdot 150}{100} = \pm 4,5.$$

Задание 2. Рассчитать шунт и добавочное сопротивление для расширения пределов измерения прибором, оценить мощность рассеиваемую дополнительными элементами и самим прибором (рисунок 5 а и б), (задание получить у преподавателя).

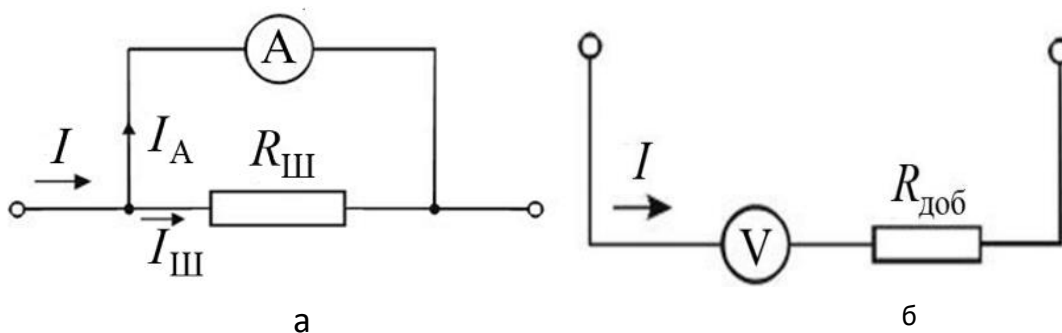


Рисунок 5. – а) Шунт; б) Добавочный резистор

Тогда $I = I_A + I_{\text{III}}$

Для параллельного соединения $U = \text{const}$, т.е. $I_A R_A = I_{\text{III}} R_{\text{III}}$ и

$$R_{III} = \frac{I_A R_A}{I_{III}} = \frac{I_A R_A}{I - I_A} \text{ или } R_{III} = \frac{R_A}{n-1}, \text{ где } n = \frac{I}{I_A}$$

$$I_A = \frac{U}{R} = \frac{150}{50 \times 10^3} = 0,003 \text{ А}$$

$$R_{III} = \frac{R_A}{n-1} = \frac{50 \times 10^3}{\frac{1000}{0,003} - 1} = 0,3 \text{ Ом}$$

Применив закон Ома для участка цепи, получим:

$$U = I(R_{доб} + R_v) = IR_{доб} + IR_v$$

$$R_{доб} = \frac{U}{I} - R_v = R_v \left(\frac{U}{IR_v} - 1 \right) = R_v \left(\frac{U}{U_v} - 1 \right) = R_v(n - 1).$$

$$R_v \left(\frac{U}{U_v} - 1 \right) = 50 \times 10^3 \left(\frac{1000}{150} - 1 \right) = 283,33 \text{ кОм}$$

1. Относительная погрешность измерения с классом точности прибора 3.

$$\delta = \frac{\gamma \cdot x_{пред}}{X} \cdot 100\% = \frac{3 \cdot 150}{1000} \cdot 100\% = 0,45\%.$$

2. Абсолютная погрешность измерения с классом точности прибора 3.

$$\Delta X_{пр} = \pm \frac{kx_{пред}}{100} = \pm \frac{3 \cdot 150}{100} = \pm 4,5.$$

$$X = 0,45 \pm 4,5\%.$$

Вывод: 1. В магнитно-электрической системе измерительный механизм состоит из проволочной рамки с протекающим в ней током, помещенной в поле постоянного магнита (магнит провода). Поле в зазоре, где находится рамка, однородное. Под действием протекающего тока I рамка вращается в магнитном поле. В электромагнитной системе взаимодействие происходит в катушке с ферро-магнитным сердечником. Протекающий по катушке ток I создает магнитный поток, который втягивает сердечник. Принцип действия электродинамической системы основан на взаимодействии магнитных потоков двух катушек с током I_1 и I_2 . Протекающие по катушкам токи создают магнитные потоки, которые

стремятся принять одно направление. При этом подвижная катушка поворачивается внутри неподвижно. Спиральная пружина, закрепленная на оси, связана со стрелкой. 2. Вольтметр М362 класс точности – 1,5, равномерная шкала, высокая и стабильная чувствительность; малое собственное потребление мощности; ($P=10-20$ Вт) большой диапазон измерений от 150 до 1000 В; на показания МЭП не влияют внешние магнитные электрические поля. Недостатки – без преобразователей используется только в целях постоянного тока, имеет малую нагрузочную способность, на его показания влияют колебания температуры. 3. При выполнении лабораторной работы исследование вольтметра типа М362 были получены следующие данные сопротивлений шунта и дополнительного сопротивления $R_d = 283,33$ кОм, $R_{ш} = 0,3$ Ом, соответственно.