

Задача №1

ПОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ И ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ

Технический амперметр магнитоэлектрической системы с номинальным током 1н, числом номинальных делений 100 имеет оцифрованные деления от нуля до номинального значения, проставленный на каждой пятой части шкалы (стрелки обесточенных амперметров занимают нулевое положение).

Поверка технического амперметра осуществлялась образцовым амперметром той же системы. Исходные данные:

Абсолютная погрешность $\Delta I_0 = 0 \text{ A}$ $\Delta I_3 = 0.05 \text{ A}$

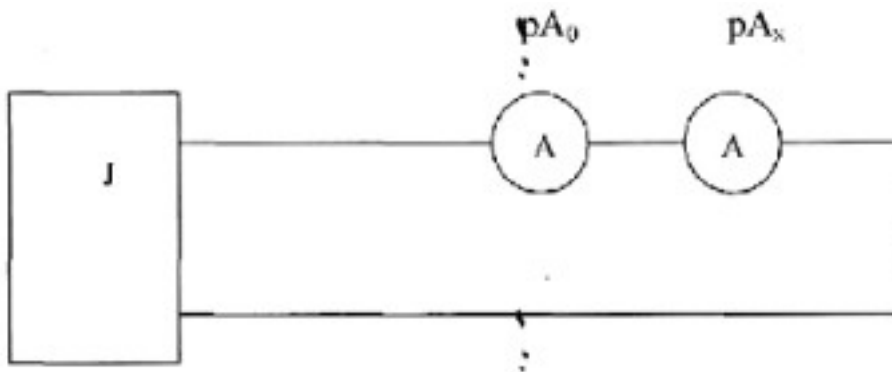
$$^A \Delta I_1 = 0.03 \quad \Delta I_4 = -0.06 \text{ A}$$

$$^A \Delta I_2 = -0.04 \quad \Delta I_5 = 0.07 \text{ A}$$

Номинальный ток амперметра $I_H = 15 \text{ A}$

Решение. 1. Условия поверки технических приборов.

- наличие регулируемого источника тока;
- класс точности образцового прибора должен быть в 3 раза выше проверяемого;
- поверке подвергаются все оцифрованные шкалы прибора;
- измерения производят при температуре соответствующей классу прибора;
- приборы должны быть защищены от влияния внешних магнитных излучений;
- основная погрешность прибора не должна быть больше его класса точности.



2. Определим поправки измерений.

Поправка - абсолютная погрешность взятая с о знаком "минус"

Например

$$\delta I_1 \Delta I_1 = -$$

$$\delta I_1 = -0.03 \text{ A}$$

Другие расчеты сведем в таблице 1

3. Построим график поправок

0.1

0	5	10

- 0.05

0.05

- 0.1

Рисунок 2. График поправок

15

Определим приведенную погрешность

$$\gamma_{\text{ПД}} = \frac{\Delta I}{I_H} \cdot 100 \%$$

при $\Delta I_0 = 0$ получим $\gamma_{\text{ПД}0} = 0 \%$

$I_H = 15 \text{ A}$

при $\Delta I_1 = 0.03$ получим $\gamma_{\text{ПД}1} = 0.2 \%$

при $\Delta I_2 = -0.04$ получим $\gamma_{\text{ПД}2} = -0.267 \%$

при $\Delta I_3 = 0.05$ получим $\gamma_{\text{ПД}3} = 0.333 \%$

при $\Delta I_4 = -0.06$ получим $\gamma_{\text{ПД}4} = -0.4 \%$

при $\Delta I_5 = 0.07$ получим $\gamma_{\text{ПД}5} = 0.467 \%$

погрешность меньше максимальной $\gamma_{\text{ПД,max}} = 4\%$ то есть прибор к дальнейшей эксплуатации пригоден. Прибор соответствует классу точности -

0, 5

Таблица 1

Оцифрованные деления шкалы А	Абсолютная погрешность	
0	$\Delta I_0 = 0$	
1	$\Delta I_1 = 0.03$	
2	$\Delta I_2 = -0.04$	
3	$\Delta I_3 = 0.05$	
4	$\Delta I_4 = -0.06$	
5	$\Delta I_5 = 0.07$	

5. Как видно из таблицы 1 у данного прибора приведенная

6. Ответы на вопросы: *

1). Измерение - экспериментальное сравнение измеряемой величины с другой однородной величиной, принятой в качестве единицы.

2). Мера - средства измерений, предназначенные для воспроизведения физической величины заданного размера.

Измерительные приборы - средства измерений, предназначенные для выработки сигналов измерительной информации, то есть сигналов, функционально связанных с измеряемыми физическими величинами, в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем.

Классификация измерительных приборов по назначению:

- лабораторные;
- показывающие;
- регистрирующие;
- аналоговые;
- цифровые;
- самопишущие;
- печатающие;
- суммирующие;
- интегрирующие;

- приборы сравнения.

- 3) Результат измерения всегда отличается от истинного значения измеряемой

Приведенная погрешность

$$Y_{П0} = 0$$

$$Y_{П1} = 0.2$$

$$Y_{П2} = -0.267$$

$$Y_{П3} = 0.333$$

$$Y_{П4} = -0.4$$

$$Y_{П5} = 0.467$$

величины. Абсолютная погрешность ΔA равна разности между измеренным $A_{из}$ и действительным $A_{д}$ значениями измеряемой величины A :

$$\Delta A = A_{из} - A_{д}$$

= -

Под действительным значением измеряемой величины понимают то значение ее, которое найдено экспериментальным путем с помощью образцовых приборов и для данной цели может быть принято за истинное. Относительной погрешностью измерения называют отношение абсолютной погрешности измерения к действительному значению величины:

$$\delta_a \Delta A$$

$$= \frac{\Delta A}{A_{д}}$$

Приведенной относительной погрешностью называется отношение абсолютной погрешности к разности между верхним и нижним пределами измерения прибора, а если нижний предел равен нулю, то к верхнему пределу измерения в данном диапазоне (для двусторонней шкалы к сумме верхних пределов):

$$\delta_{пр} \Delta A$$

$$= \frac{\Delta A}{a_{в}}$$

Задача №2

ИЗМЕРЕНИЕ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ В ЦЕПЯХ ПОСТОЯННОГО ТОКА Измерительный механизм

(ИМ) магнитоэлектрической системы рассчитан на ток 1Н и напряжение УН и имеет шкалу на n делений.
Исходные данные:

$$U_{ИМ} = 0.075 \text{ В}$$

$$I_{ИМ} = 7.5 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

$$\alpha_H = 75 \text{ дел}$$

$$U_H = 225 \text{ В}$$

$$I_H = 4.5 \text{ А}$$

1. Составим схему включения измерительного механизма с шунтом и представим вывод формулы $R_{ш}$

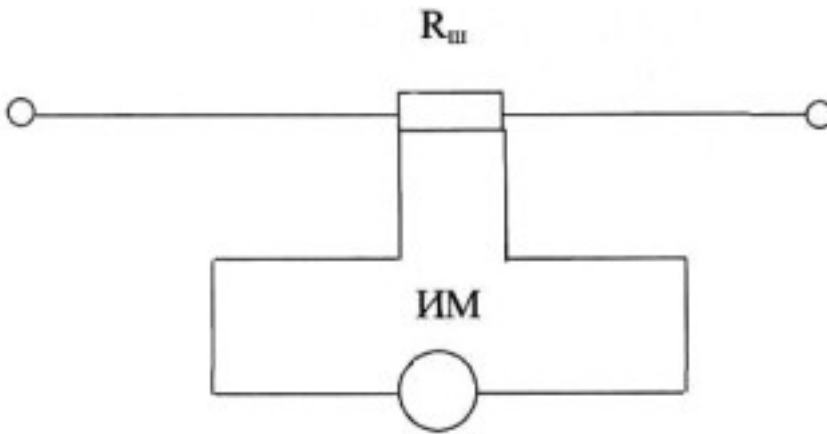


Рисунок 3. Схема включения измерительного механизма с шунтом. Токи в обмотке ИМ и шунте обратно пропорциональны сопротивлениям обмотки ИМ и шунта, т.е.

$$I_{ш} = I_H \cdot \frac{R_{ИМ}}{R_{ш} + R_{ИМ}} \quad \text{где } I_H = I_{ИМ} \cdot n \text{ - измеряемый ток, А}$$

n - кратность измерения

Тогда $I_{ИМ} = \dots =$

$$I_{ИМ} \cdot n I_{ИМ}$$

$$\text{Откуда } \frac{R_{Ш} R_{ИМ}}{R_{Ш} R_{ИМ}}$$

$$= n - 1$$

2. Определим постоянную измерительного механизма по току С1, величину сопротивления шунта Rш и постоянную амперметра С'1, если этим прибором нужно измерять ток Iн

$$n = \frac{I_H}{I_{ИМ}} = 600.0$$

$$I_{ИМ} = 7.5 \cdot 10^{-3}$$

$$R_{ИМ} = \frac{U_{ИМ}}{I_{ИМ}} = 75 \cdot 10^{-3}$$

$$= 10.0 \text{ Ом}$$

$$I_{ИМ} = 7.5 \cdot 10^{-3}$$

$$R_{Ш} = \frac{10.0}{0.0167} = 600.0 - 1$$

$$n - 1 = 600.0 - 1$$

Постоянная Амперметра

$$I_H$$

$$= 0.06 \text{ дел}$$

$$C_1 = \frac{I_H}{\alpha_H} = \frac{0.06}{4} = 0.015$$

постоянная измерительного прибора

$$I_{ИМ} = 7.5 \cdot 10^{-3}$$

$$C'_1 = \frac{I_{ИМ}}{\alpha_H} = \frac{7.5 \cdot 10^{-3}}{75} = 0.0001 \text{ дел}$$

$$\alpha_H = 75$$

3. Определим мощность, потребляемую амперметром при номинальном значении тока $I_H \cdot 75 \cdot 10^{-3}$

$$P_{ИМ} = U_{ИМ} \cdot I_H = 10.0 \cdot 0.045 = 0.45 \text{ Вт}$$

4. составим схему включения измерительного механизма с добавочным сопротивлением и представим вывод формулы

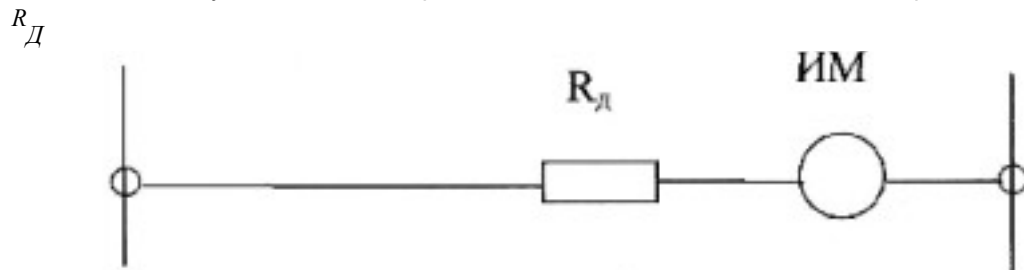


Рисунок 4. Схема включения измерительного механизма с добавочным сопротивлением

$$R_d = R_{ИМ} \cdot (m - 1)$$

где m - кратность измерения.

$$m = \frac{U_H}{U_{ИМ}}$$

$$R_d = R_{ИМ} \cdot \left(\frac{U_H}{U_{ИМ}} - 1 \right)$$

5. Определим постоянную измерительного по напряжению C_U увеличину добавочного сопротивления r_d постоянную вольтметра C'_U если этим прибором нужно измерять напряжение U_H

$$U_H = R_d \cdot I_{ИМ} + U_{ИМ}$$

$$R_d = \frac{U_H - U_{ИМ}}{I_{ИМ}}$$

$$R_d = \frac{75 \cdot 10^{-3} - 0.0225}{0.001} = 74.775 \text{ Ом}$$

Постоянная вольтметра по напряжению $C'_U = 75 \cdot 10^{-3} \text{ В}$

$$C_U = \frac{C'_U}{U_H} = \frac{75 \cdot 10^{-3}}{0.0225} = 3.33 \text{ дел}$$

$$\alpha_H = \frac{U_H}{U_{ИМ}} = \frac{75 \cdot 10^{-3}}{0.0225} = 3.33$$

Постоянная измерительного механизма $C_{ИМ} = 75 \cdot 10^{-3} \text{ В}$

$$C'_U = \alpha_H \cdot C_{ИМ} = 3.33 \cdot 75 \cdot 10^{-3} = 0.25 \text{ В}$$

5. Определим мощность, потребляемую вольтметром при номинальном значении напряжения $U_H = 150 \text{ В}$ и номинальном значении тока $I_H = 0,75 \cdot 10^{-3} \text{ А}$ ИМ 225 7.5

$$10^{-3}$$

$$= \dots = 1,69 \text{ Вт}$$

Задача №3 МЕТОДЫ И ПОГРЕШНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Для измерения сопротивления косвенным методом использовались два прибора: амперметр и вольтметр магнитоэлектрической системы.

Измерение сопротивления производилось при температуре $t^\circ\text{C}$ приборами группы А, Б или В. Исходные данные:

$$U_H = 150 \text{ В}$$

$$I_H = 0,75 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

$$= \times A$$

$$K_{nu} = 0,5 \%$$

$$U = 110 \text{ В}$$

$$I_H = 3 \text{ А}$$

$$U_A = 0,095 \text{ В}$$

$$K_{nA} = 1 \%$$

$$I = 1,1 \text{ А}$$

Группа прибора -

Б

температура $t = 0$ градусов

Определить:

- 1) величину сопротивления R_x по показаниям приборов и начертить схему; 2) величину сопротивления R_x с учетом схемы включения приборов;
- 3) наибольшие возможные (относительную δ_r , и абсолютную ΔR) погрешности результата измерения этого сопротивления;
- 4) в каких пределах находятся действительные значения измеряемого сопротивления.

Решение:

1. По показаниям приборов: $R_x = \frac{U}{I} = \frac{110}{1,1} = 100 \text{ Ом}$

$$= = = 100.0 \text{ Ом}$$

1.1

Для определения типа схемы определим соотношения: R'_x

$$\frac{R_{Au}}{R'_x} = \frac{R_V}{R'_x}$$

Внутренние соотношения приборов:

- амперметра $\frac{R_A U_A}{A}$

$$95 \cdot 10^{-3} \cdot$$

$$= = = 0.0317 \text{ Ом} \cdot I_H$$

- вольтметра $\frac{R_V U_H}{V}$

$$150$$

$$= = = 20000.0 \text{ Ом}$$

I_0

$$R'_x$$

$$7.5 \cdot 10^{-3} \cdot$$

$$R_A \cdot 3.155 \cdot 10^3 = \frac{R_V}{x}$$

$$R'_x = 200$$

Выбираем схему амперметра-вольтметра с амперметром в цепи с R'_x

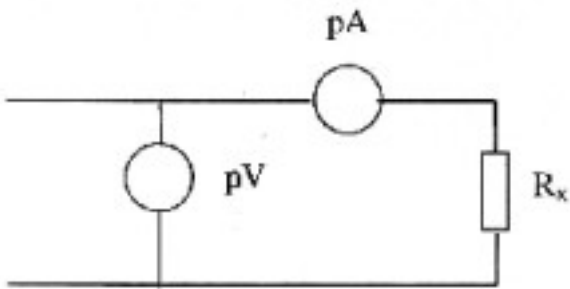


Рисунок 5. Схема включения приборов

2. С учетом схемы включения:

R'_x

$$U U'_{A-I} =$$

$$\frac{U'_A}{A} \cdot \frac{U_H}{V}$$

$$\cdot 95 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1.1}{3} = \cdot = 0.0348 \text{ В}$$

R_x $U U' A -$

110 - 0.0348

$$I.I = = = 100.0 \text{ Ом}$$

$$I$$

3. погрешности измерений:

- относительная $\frac{\delta R}{R} + \frac{\delta V}{V} + \frac{\delta A}{A} + \frac{\delta I}{I} = +$ где δV -
основная погрешность вольтметра

δA - основная погрешность амперметра

δV_t - дополнительная погрешность вольтметра

δA_t - дополнительная погрешность амперметра

$$U = \cdot 100\% = \pm \frac{K}{nV} \frac{U}{H} \cdot 100\%$$

 $\delta U \Delta U$ $\frac{K}{nU} \frac{U}{H} \cdot$ $100\% \cdot U 0.5 \cdot 150$ тогда δU

$$110 = = = 0.682 \%$$

$$U$$

$$\frac{\delta A}{A} \frac{\Delta I}{I} = \pm \frac{K}{nA} \frac{I}{H} \cdot 100\%$$

$$100\% \cdot I$$

тогда δA $\frac{K}{nA} \frac{I}{H} \cdot$

3

$$I.I = = = 2.73 \%I$$

Группа прибора - задаем температурный интервал

Б

-
30 < t < +4
0

заданная температура $t = 0$ находится в пределах температуры для данного прибора, поэтомуНормальная температура $t_H = 20$ градусов

отклонение от нормальной температуры для нашего случая:

$$\Delta t_H = - t = 20 - 0 = 20.0 \text{ градусов}$$

по таблице 6 определяем погрешность прибора от температуры с учетом погрешности на каждые 10 градусов изменения температуры

при классах точности $\frac{K}{nU} = 0.5\%$ $\frac{K}{nA} = 1\%$

$$\frac{\delta U}{U} = 0.4\%$$

$$\frac{\delta A}{A} = 1.6\%$$

