

Задача №1

Дано

Амперметр магнитоэлектрической системы с пределом измерения по току I_N и пределом сигнала измерительной информации $y_N = 100$ делений, имеет оцифрованные деления от нуля до I_N , проставленные на каждой пятой части шкалы сигнала измерительной информации, причем стрелки обесточенных приборов занимают нулевое положение.

Проверка амперметра осуществлена образцовым амперметром той же системы и таким же пределом измерения. При проверке установлены абсолютные погрешности для каждого из пяти оцифрованных значений измеряемой величины.

1	ΔI_1	=	0,05	A
2	ΔI_2	=	-0,08	A
3	ΔI_3	=	-0,04	A
4	ΔI_4	=	0,02	A
5	ΔI_5	=	0,03	A
	I_N	=	5	A

Необходимо:

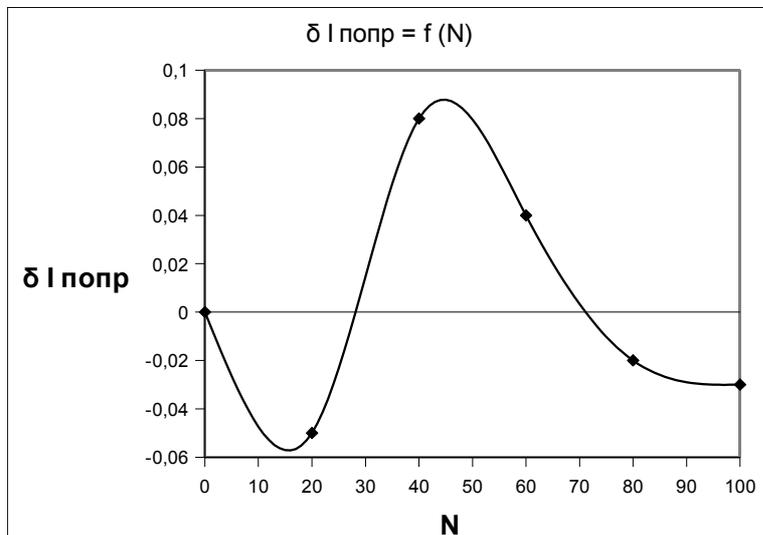
- указать условия проверки приборов;
- определить поправки измерений;
- построить график поправок;
- определить относительные погрешности;
- определить приведенные погрешности;
- указать, к какому классу точности относится данный прибор;
- дать определения всех погрешностей, которые использованы в данном задании.

Решение

Проверкой называется операция определения погрешностей и установление пригодности прибора к применению. Негодными считаются приборы, имеющие механические повреждения, неисправные корректоры и отсчетные устройства, а также погрешности и вариации показаний больше допустимых. При проверкеверяемый прибор включают совместно с образцовым, и методом сличения показанийверяемого и образцового приборов находят абсолютную, относительную и приведенную погрешности для каждого из оцифрованных деленийверяемого прибора. По наибольшей приведенной погрешности определяют класс точности прибора.

Найдем поправки

$\delta I_{\text{попр } 1}$	=	-0,05	(A)
$\delta I_{\text{попр } 2}$	=	0,08	(A)
$\delta I_{\text{попр } 3}$	=	0,04	(A)
$\delta I_{\text{попр } 4}$	=	-0,02	(A)
$\delta I_{\text{попр } 5}$	=	-0,03	(A)



Найдем относительные погрешности

$$\begin{aligned}
 \delta I_1 &= \Delta I_1 / I_1 = 0,05 / 1 = 5,0\% \\
 \delta I_2 &= \Delta I_2 / I_2 = -0,08 / 2 = -4,0\% \\
 \delta I_3 &= \Delta I_3 / I_3 = -0,04 / 3 = -1,3\% \\
 \delta I_4 &= \Delta I_4 / I_4 = 0,02 / 4 = 0,5\% \\
 \delta I_5 &= \Delta I_5 / I_5 = 0,03 / 5 = 0,6\%
 \end{aligned}$$

Найдем приведенные погрешности

$$\begin{aligned}
 \delta I_{1\text{пр}} &= \left| \frac{\Delta I_1}{I_1} \right| / (I_{\text{max}} - I_{\text{min}}) = 0,05/(5-0) = 1,00\% \\
 \delta I_{2\text{пр}} &= \left| \frac{\Delta I_2}{I_2} \right| / (I_{\text{max}} - I_{\text{min}}) = 0,08/(5-0) = 1,60\% \\
 \delta I_{3\text{пр}} &= \left| \frac{\Delta I_3}{I_3} \right| / (I_{\text{max}} - I_{\text{min}}) = 0,04/(5-0) = 0,80\% \\
 \delta I_{4\text{пр}} &= \left| \frac{\Delta I_4}{I_4} \right| / (I_{\text{max}} - I_{\text{min}}) = 0,02/(5-0) = 0,40\% \\
 \delta I_{5\text{пр}} &= \left| \frac{\Delta I_5}{I_5} \right| / (I_{\text{max}} - I_{\text{min}}) = 0,03/(5-0) = 0,60\%
 \end{aligned}$$

№ п.п	Оцифрованные деления шкалы	Погрешности			Класс точности
		абсолютная	относительная	приведенная	
	A	A	%	%	%
1	1	0,05	5,00%	1,00%	1,60%
2	2	-0,08	-4,00%	1,60%	
3	3	-0,04	-1,30%	0,80%	
4	4	0,02	0,50%	0,40%	
5	5	0,03	0,60%	0,60%	

Принимаем класс точности прибора

K = 2,5

Задача №2

Магнитоэлектрический преобразователь ИП рассчитан на ток I_N , напряжение U_N и имеет предел сигнала измерительной информации y_N .

Необходимо:

- определить постоянные по току C_I и напряжению C_U заданного магнитоэлектрического преобразователя ИП до изменения пределов измерения;
 - привести схемы включения измерительного преобразователя ИП с масштабными преобразователями для расширения пределов измерений по напряжению и току;
 - вывести формулы для расчета сопротивления шунта $R_{ш}$ и добавочного сопротивления R_D ;
- рассчитать величины сопротивления шунта $R_{ш}$ и добавочного сопротивления R_D ;
- определить постоянные по току C_I^* и напряжению C_U^* , при условии, что заданными приборами необходимо измерить ток I_H и напряжение U_H ;
 - определить мощности, потребляемые этими приборами после изменения пределов измерения по току и напряжению.

Дано:

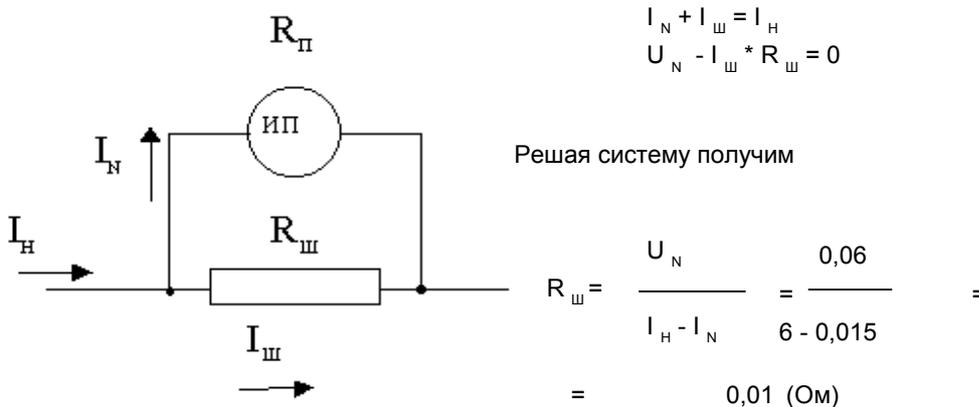
$$\begin{aligned}
 U_N &= 60 \text{ мВ} = 0,06 \text{ В} \\
 I_N &= 15 \text{ мА} = 0,02 \text{ А} \\
 y_N &= 75 \text{ дел} \\
 U_H &= 300 \text{ В} \\
 I_H &= 6 \text{ А}
 \end{aligned}$$

Решение

Определим постоянные по току C_I и напряжению C_U заданного магнитоэлектрического преобразователя ИП до изменения пределов измерения

$$\begin{aligned}
 C_I = I / y_N &= 0,015 / 75 = 0 \quad (\text{А/дел}) \\
 C_U = U / y_N &= 0,06 / 75 = 0 \quad (\text{В/дел})
 \end{aligned}$$

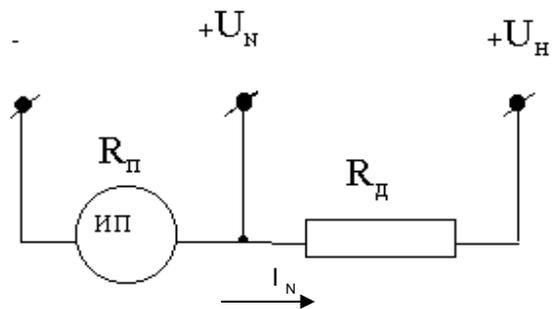
Запишем уравнения для первой схемы.



Определим мощность, потребляемую прибором.

$$P = U_N * (I_N + I_{ш}) = U_N * I_H = 0,06 * 6 = 0,36 \text{ (Вт)}$$

Запишем уравнения для второй схемы.



$$I_N * (R_П + R_Д) = U_Д$$

$$I_N * R_П = U_N$$

Решая систему получим

$$R_Д = \frac{U_Д - U_N}{I_N} = \frac{300 - 0,06}{0,02} = 19996 \text{ (Ом)}$$

Определим мощность, потребляемую прибором.

$$P = I_N * (U_N + U_Д) = I_N * U_Д = 0,015 * 300 = 4,5 \text{ (Вт)}$$

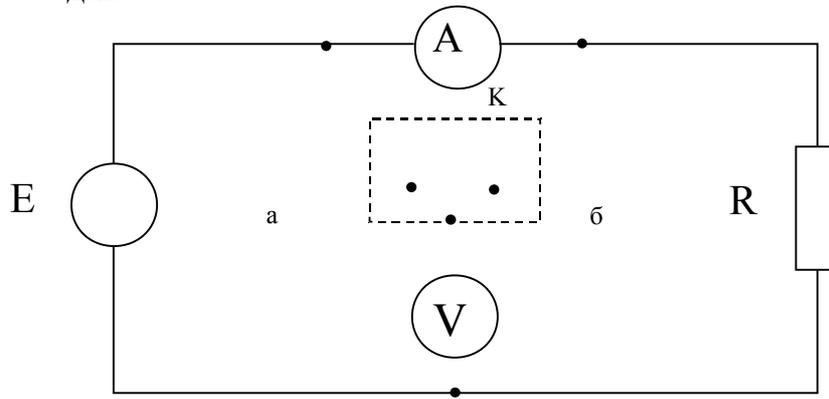
Определим постоянные по току C_I^* и напряжению C_U^* ,

$$C_I^* = I_Д / y_N = 6 / 75 = 0,08 \text{ (А/дел)}$$

$$C_U^* = U_Д / y_N = 300 / 75 = 4 \text{ (В/дел)}$$

Задача № 3

Дано:



$$\begin{aligned}
 U_{NV} &= 30 && \text{(В)} \\
 I_{NV} &= 1 && \text{мА} = 0 && \text{(А)} \\
 K_V &= 1 \\
 U &= 28 && \text{(В)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{NA} &= 15 && \text{А} \\
 U_{NA} &= 100 && \text{мВ} = 0,1 && \text{(В)} \\
 K_A &= 0,2 \\
 I &= 10 && \text{А}
 \end{aligned}$$

Группа приборов В
 Температура окружающей среды 0 °С

Найти:

- рассчитать величину сопротивления R_X^1 по показаниям приборов;
- определить и начертить примененную схему включения приборов;
- рассчитать величину сопротивления R_X с учетом выбранной схемы включения приборов;
- найти наибольшие погрешности (относительную δ и абсолютную ΔR) результата измерения заданного сопротивления;
- определить, в каких пределах находится действительное значение измеренного сопротивления

Решение

Приближенное значение измеряемого сопротивления R_X^1

$$R_X^1 = \frac{U}{I} = \frac{28}{10} = 2,8 \quad \text{(Ом)}$$

Найдем сопротивления вольтметра и амперметра.

$$R_V = U_{NV} / I_{NV} = 30 / 0,001 = 30000 \quad \text{(Ом)}$$

$$R_A = U_{NA} / I_{NA} = 0,1 / 15 = 0,01 \quad \text{(Ом)}$$

Рассчитаем отношения R_X^1 / R_A и R_V / R_X^1

$$R_X^1 / R_A = 2,8 / 0,0067 = 417,91$$

$$R_V / R_X^1 = 30000 / 2,8 = 10714,29$$

Найдем сопротивление R.

Для ключа < a >:

$$R_x = (U - U_A) / I = (U - I \cdot R_A) / I = U / I - R_A = 28 / 10 - 0,0067 = 2,79 \quad (\text{Ом})$$

Для ключа < b >:

$$R_x = U / (I - I_V) = U / (I - U / R_V) = 28 / (10 - 28 / 30000) = 2,8 \quad (\text{Ом})$$

Так как $R_x^1 / R_A < R_V / R_x^1$,
то принимаем схему с включением ключа: < b >

$$\text{То есть в нашем случае } R_x = 2,8 \quad (\text{Ом})$$

Найдем наибольшие погрешности (относительную δ и абсолютную ΔR) результата измерения заданного сопротивления.

Общая погрешность прибора будет равна алгебраической сумме основной и дополнительной погрешностей прибора.

$$\pm \delta = \pm \delta_{oc} \pm \delta_t,$$

где δ_{oc} - основная погрешность прибора,

δ_t - дополнительная погрешность, вызванная отклонением температуры окружающего воздуха от нормальной.

Величина основной погрешности прибора δ_{oc} может быть определена по следующей формуле:

$$\delta_{oc} = K \frac{X_N}{X},$$

где K - класс точности прибора,

X - показания прибора,

X_N - предел измерения прибора.

Найдем основные погрешности амперметра и вольтметра:

$$\delta_{ocA} = 0,2 \cdot 15 / 10 = 0,3 \%$$

$$\delta_{ocV} = 1 \cdot 30 / 28 = 1,07 \%$$

Найдем дополнительные погрешности амперметра и вольтметра:
при температуре $T = 0^\circ \text{C}$

$$\delta_{tA} = \pm (2 \cdot 0,15) = \pm 0,3 \%$$

$$\delta_{tV} = \pm (2 \cdot 0,5) = \pm 1 \%$$

Найдем общие погрешности амперметра и вольтметра:

$$\delta_A = \delta_{ocA} + \delta_{tA} = \pm (0,3 + 0,3) = \pm 0,6 \%$$

$$\delta_V = \delta_{ocV} + \delta_{tV} = \pm (1,0714 + 1) = \pm 2,07 \%$$

Относительная погрешность при косвенном методе измерения сопротивления постоянному току равна

$$\pm \delta_R = \pm \delta_A \pm \delta_V = \pm (\delta_A + \delta_V) = \pm (0,6 + 2,0714) = \pm 2,67 \%$$

$$\Delta R = 0,01 \cdot \delta_R \cdot R_x = 0,01 \cdot 2,6714 \cdot 2,80026 = 0,07 \quad (\text{Ом})$$

Таким образом искомое сопротивление равно:

$$R = R_x \pm \Delta R = 2,8 \pm 0,07 \quad (\text{Ом})$$

$$R = R_x \pm \delta_R = 2,8 \pm 2,6714 \% \quad (\text{Ом})$$