

### КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 3

#### КОСВЕННЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОСТОЯННОМУ ТОКУ

Для измерения косвенным методом сопротивления постоянному току использованы два прибора магнитоэлектрической системы: амперметр и вольтметр.

Измерения производили по схеме включения приборов, обеспечивающей минимальную систематическую погрешность, при температуре окружающего воздуха  $t, ^\circ\text{C}$ .

При решении задания необходимо:

- рассчитать величину сопротивления  $R'_x$  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  $\delta_r$  и абсолютную  $\Delta R$ ) результата измерения заданного сопротивления;
- определить, в каких пределах находится действительное значение измеренного сопротивления.

Дано:

- 1) данные вольтметра  $U_N = 300 \text{ В}$ ;  $I_{max} = 0.0075 \text{ А}$ ;  $K_V = 0.5 \%$ ,  $U = 250 \text{ В}$ ;
- 2) данные амперметра  $I_N = 0.3 \text{ А}$ ;  $U_{max} = 0.027 \text{ В}$ ;  $K_A = 1.0 \%$ ,  $I = 0.18 \text{ А}$ ;
- 3) Приборы группы  $B$ ;  $t = 10 ^\circ\text{C}$ .

1. Определим величину сопротивления  $R'_x$  по показаниям приборов и начертим схему включения приборов (рис. 1, 2).

Приближенное значение сопротивления согласно закону Ома определится как

$$R'_x = \frac{U}{I} = \frac{250}{0.18} = 1388.89 \text{ Ом.}$$

При измерении сопротивления методом двух приборов – амперметра и вольтметра, применяются две схемы (рис. 1).

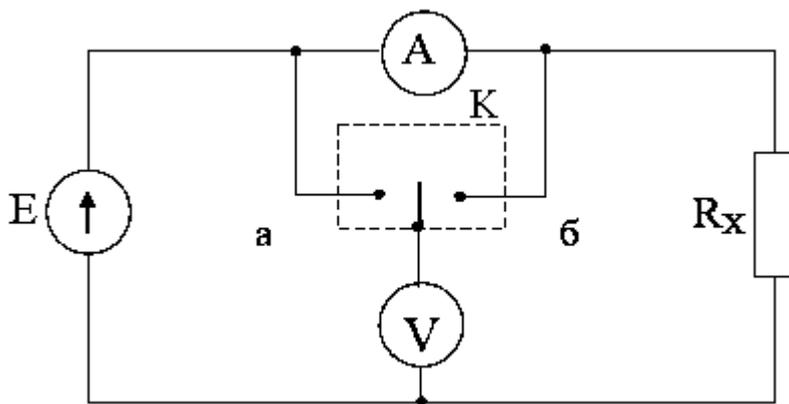


Рис. 1

Относительная методическая погрешность измерения сопротивления

$$a) \frac{R'_x - R_x}{R_x} = \frac{R_A}{R_x} \approx \frac{R'_A}{R_x}; \quad б) \frac{R_x - R'_x}{R_x} = \frac{R_x}{R_x + R_V} \approx \frac{R'_x}{R_V}.$$

Первая схема измерения сопротивления (ключ  $K$  в положении "а", рис. 2) используется тогда, когда измеряемое сопротивление велико по сравнению с сопротивлением амперметра

$$\frac{R_A}{R'_x} < \frac{R'_x}{R_V} \quad \text{или} \quad \frac{R'_x}{R_A} > \frac{R_V}{R'_x}.$$

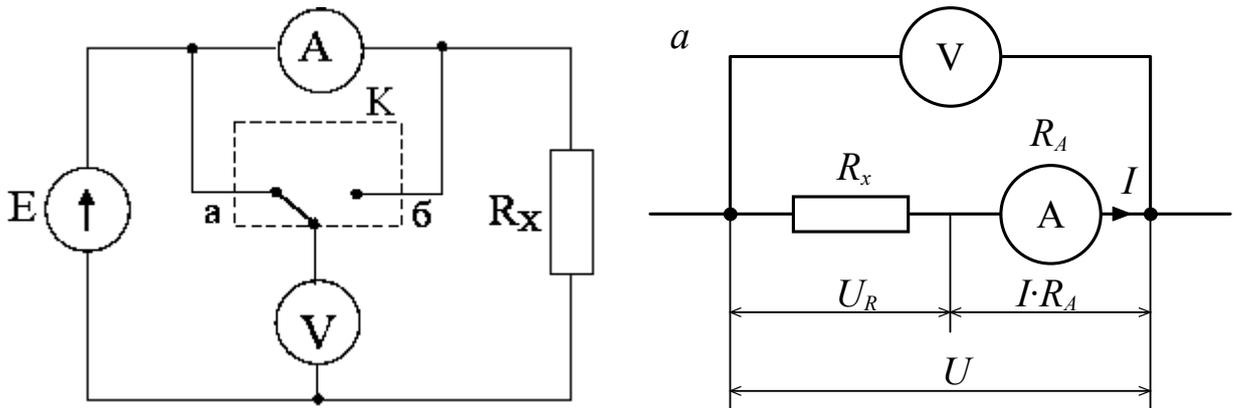


Рис. 2

Вторая схема (ключ  $K$  в положении "б", рис. 3) используется в тех случаях, когда измеряемое сопротивление мало по сравнению с сопротивлением вольтметра

$$\frac{R'_x}{R_V} < \frac{R_A}{R'_x} \quad \text{или} \quad \frac{R'_x}{R_A} < \frac{R_V}{R'_x}.$$

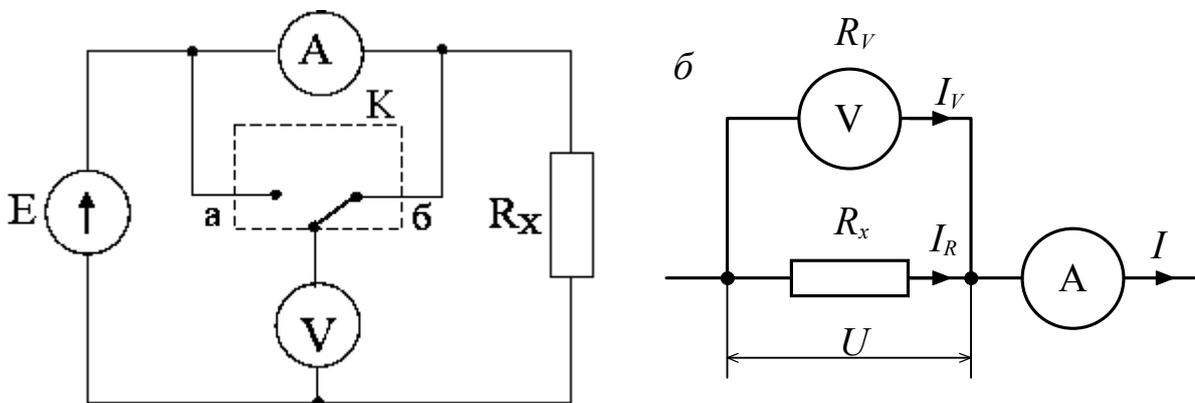


Рис. 3

2. Величина сопротивления  $R_x$  с учетом схемы включения приборов.  
Находим

$$R_A = \frac{U_{\max}}{I_N} = \frac{0.027}{0.3} = 0.09 \text{ Ом};$$

$$R_V = \frac{U_N}{I_{\max}} = \frac{300}{0.0075} = 40000 \text{ Ом}.$$

Так как

$$\frac{R'_x}{R_A} = \frac{1388.9}{0.09} = 15432 > \frac{R_V}{R'_x} = \frac{40000}{1388.9} = 29$$

то выбираем схему "а" рис. 2.

$$U_R = U - I \cdot R_A;$$

$$R_x = \frac{U_R}{I} = \frac{U - I \cdot R_A}{I} = \frac{U}{I} - R_A = \frac{250}{0.18} - 0.09 = 1388.8 \text{ Ом}.$$

3. Наибольшие (относительная  $\delta_R$  и абсолютная  $\Delta R$ ) погрешности результата измерения сопротивления

Общая погрешность измерения равна алгебраической сумме основной погрешности  $\delta_{oc}$  (класс точности прибора  $K$ ) и дополнительной погрешности прибора

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

где изменение показаний прибора  $\delta_t$ , вызванное отклонением температуры окружающего воздуха от нормальной  $20^\circ$  до любой  $t$  в пределах рабочих температур, не должно превышать значений, указанных в таблице 3.3 [1], на каждые  $\pm 10^\circ\text{C}$  изменения температуры

$$\delta_t = \frac{|t - 20^\circ|}{10^\circ} \cdot K_t.$$

1) для вольтметра

$$\delta_{IV} = \frac{|t - 20^\circ|}{10^\circ} \cdot K_t = \frac{|10 - 20|}{10} \cdot 0.4 = 0.4 \text{ \%};$$

$$\pm \delta_V = \pm 0.5 \pm 0.4 = \pm 0.9 \text{ \%}.$$

2) для амперметра

$$\delta_{tA} = \frac{|t - 20^\circ|}{10^\circ} \cdot K_t = \frac{|10 - 20|}{10} \cdot 0.8 = 0.8 \text{ \%};$$

$$\pm \delta_A = \pm 1.0 \pm 0.8 = \pm 1.8 \text{ \%}.$$

Относительная погрешность результата измерения сопротивления при косвенном методе измерения

$$\begin{aligned} \pm \delta_R &= \pm \delta_U \pm \delta_I = \pm \delta_V \frac{U_H}{U} \pm \delta_A \frac{I_H}{I} = \\ &= \pm 0.9 \cdot \frac{300}{250} \pm 1.8 \cdot \frac{0.3}{0.18} = \pm 4.08 \text{ \%}. \end{aligned}$$

Абсолютная погрешность результата измерения сопротивления

$$\Delta R = \pm \frac{\delta_R}{100\%} \cdot R_x = \pm \frac{4.08}{100} \cdot 1388.8 = \pm 56.7 \text{ Ом}.$$

4. Действительные значения измеряемого сопротивления находятся в пределах

$$R_x - \Delta R \leq R_x \leq R_x + \Delta R$$

$$1332 \leq R_x \leq 1446 \text{ Ом}.$$