

Условие

9-2. Свинцовая проволочка диаметром $d = 0,30$ мм плавится при пропускании через нее тока $i = 1,8$ А, а проволочка диаметром $D = 0,60$ мм — при токе $I = 5,0$ А. При каком токе разорвет цепь предохранитель, составленный из двух свинцовых проволочек указанных диаметров, соединенных параллельно? А из двадцати тонких и одной толстой, соединенных параллельно? Длины проволочек считать одинаковыми.

Решение

9-2. Для правильного решения задачи необходимо учитывать распределение токов между проволочками — в какой именно из них раньше будет достигнуто предельное значение тока.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{S_1}{S_2} = \frac{d^2}{D^2}. \quad (1)$$

Из (1) следует, что при токе через R_2 равном 5 А (предельном), ток через R_1 равен $1,25$ А. Поэтому в первом варианте сборки предохранителя первой расплавится толстая проволочка ($D = 0,6$ мм). В этот момент ток в цепи будет $I = 5\text{ А} + 1,25\text{ А} = 6,25\text{ А}$ — иными словами, после разрыва контакта в цепи R_2 весь этот ток немедленно «сожжет» и тонкую проволочку, т.е. предохранитель выполнит свою функцию и полностью разомкнет цепь.

Во втором случае (соотношение (1) остается в силе) опять же первой расплавится толстая проволочка (R_2) при токе 5 А. При этом полный ток в цепи:

$$I = I_2 + 1,25 \cdot 20 = 30\text{ А}.$$

После равномерного распределения по тонким проволочкам:

$$I'_1 = \frac{30}{20}\text{ А} = 1,5\text{ А}. \quad (2)$$

Как видим из (2) при таком токе тонкие проволочки еще уцелеют. Перегорят они при большом токе, а именно:

$$I''_1 = 1,8\text{ А} \cdot 20 = 36\text{ А}.$$

Таким образом, данные составные предохранители рассчитаны на токи $6,25$ А и 36 А и работают по принципу: где «толсто», там и перегорает.

