

Решить задачу (Максимум 6 баллов)

Предохранитель из свинцовой проволоки, площадь сечения которой $S_1=0,2\text{мм}^2$, поставлен в сеть, проложенную медным проводом с площадью поперечного сечения $S_2=2\text{мм}^2$. При коротком замыкании сила тока достигает значения 30А. Удельная теплоемкость свинца $c_1=134 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$, меди $c_2=381 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$. Удельное сопротивление свинца равно $0,22\text{мкОм}\cdot\text{м}$, меди – $0,017\text{мкОм}\cdot\text{м}$. Плотность свинца $D_1=11300\text{кг}/\text{м}^3$, меди $D_2=8900\text{кг}/\text{м}^3$. Температура плавления свинца $t_{\text{пл}}=327^\circ\text{С}$. Температура медных проводов до замыкания $t_0=20^\circ \text{С}$. Через какое время τ после короткого замыкания начнет плавиться свинцовый предохранитель?

Насколько за это время нагреются медные провода? Потерями энергии вследствие теплопроводности пренебречь.

Решение:

Количество теплоты, выделяющееся на проволоке предохранителя $Q_1=I^2 \frac{\rho_1 L}{S_1} \tau$.

Количество теплоты, необходимое для нагревания этой проволоки до температуры плавления, $Q_2=c_1 D_1 L S_1(t_{\text{пл}}-t_0)$. $Q_1=Q_2$

С учетом этого получим

$$\tau = \frac{c_1 D_1 S_1^2}{I^2 \rho_1} (t_{\text{пл}} - t_0) = 0,09\text{с}$$

Уравнение для расчета нагревания медного провода имеют такой же вид.

$$t - t_0 = \frac{I^2 \rho_2}{c_2 D_2 S_2^2} \tau = \frac{c_1 D_1 S_1^2 \rho_1}{c_2 D_2 S_2^2 \rho_1} (t_{\text{пл}} - t_0) = 0,1^\circ\text{С}.$$

Ответ

Провода нагреются на $0,1^\circ\text{С}$.