

Условие

9-4. Из куска меди массой 4,5 кг выплавляли прямоугольный параллелепипед, который использовали в качестве нагревательного элемента с источником постоянного напряжения. Тепловые мощности при различном подключении проводника относятся друг к другу как 1 : 2 : 8. Определите размеры проводника, если плотность меди $\rho = 9,0 \cdot 10^3 \text{ кг / м}^3$. Подключение проводника осуществлялось с помощью широких шин, прижимаемых к взаимно противоположным граням параллелепипеда. Краевые эффекты растекания тока не учитывать.

Решение

9-4. Внешний вид нагревательного элемента приведен на рисунке. Мощность тепловыделения не резисторе

$$P = U^2/R,$$

где его сопротивление

$$R = \rho_{\text{эл.}} \frac{l}{S}.$$

Здесь $\rho_{\text{эл.}}$ – удельное сопротивление меди, l – длина проводника, S – площадь поперечного сечения. Имеем три различных варианта подключения. Пусть для определенности $a > b > c$. Тогда

$$P_1 = P_a = \frac{U^2}{\rho_{\text{эл.}} a/bc} = \frac{U^2 bc}{\rho_{\text{эл.}} a}, \quad P_2 = P_b = \frac{U^2 ac}{\rho_{\text{эл.}} b}, \quad P_3 = P_c = \frac{U^2 ab}{\rho_{\text{эл.}} c},$$

причем

$$P_1 : P_2 = \frac{U^2 bc}{\rho_{\text{эл.}} a} : \frac{U^2 ac}{\rho_{\text{эл.}} b} = \frac{b^2}{a^2} = \frac{1}{2}, \quad a = \sqrt{2}b,$$

$$P_2 : P_3 = \frac{c^2}{b^2} = \frac{1}{4}, \quad b = 2c.$$

С другой стороны, нам известен объем всего куска меди

$$V = abc = \sqrt{2}2^2 c^3 = m/\rho.$$

Теперь несложно найти размеры всех сторон

$$c = \sqrt[3]{\frac{\sqrt{2}m}{8\rho}} = \sqrt[3]{\frac{\sqrt{2} \cdot 4,5}{8 \cdot 9 \cdot 10^3}} \approx 4,5 \text{ см}, \quad b = 2c = 9,0 \text{ см}, \quad a\sqrt{2}b \approx 12,6 \text{ см}.$$

