

Вариант № 16

Дано:

$$t_{f1} := 575 \text{ C} \quad t_{f2} := 110 \text{ C} \quad \lambda_2 := 50 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$$

$$\alpha_1 := 55 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \quad \delta_2 := 22 \text{ мм} \quad \lambda_3 := 2 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}} \quad \delta_1 := 2 \text{ мм}$$

$$\alpha_2 := 2200 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \quad \lambda_1 := 0.2 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}} \quad \delta_3 := 8 \text{ мм} \quad \delta_4 := 0.5 \text{ мм}$$

$$\lambda_{2'} := 300 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}} \quad \lambda_4 := 0.1 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$$

Решение:

1 Стенка стальная, совершенно чистая

Термическое сопротивление:

$$r_1 := \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_2 \cdot 10^{-3}}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2} = 0.019 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Коэффициент теплопередачи:

$$K_1 := \frac{1}{r_1} = 52.4 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Эквивалентный коэффициент теплопроводности:

$$\lambda_{\text{экв1}} := \lambda_2 = 50 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$$

Плотность теплового потока:

$$q_1 := K_1 \cdot (t_{f1} - t_{f2}) = 24376 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$$

2 Стенка медная, совершенно чистая

Термическое сопротивление:

$$r_2 := \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_2 \cdot 10^{-3}}{\lambda_{2'}} + \frac{1}{\alpha_2} = 0.019 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Коэффициент теплопередачи:

$$K_2 := \frac{1}{r_2} = 53.4 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Эквивалентный коэффициент теплопроводности:

$$\lambda_{\text{экв2}} := \lambda_2' = 300 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$$

Плотность теплового потока:

$$q_2 := K_2 \cdot (t_{f1} - t_{f2}) = 24853 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$$

3 Стенка стальная с накипью

Термическое сопротивление:

$$r_3 := \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_2 \cdot 10^{-3}}{\lambda_2} + \frac{\delta_3 \cdot 10^{-3}}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_2} = 0.023 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Коэффициент теплопередачи:

$$K_3 := \frac{1}{r_3} = 43.3 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Эквивалентный коэффициент теплопроводности:

$$\lambda_{\text{экв3}} := \frac{\delta_2 + \delta_3}{\frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3}} = 6.757 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$$

Плотность теплового потока:

$$q_3 := K_3 \cdot (t_{f1} - t_{f2}) = 20150 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$$

4 Стенка стальная с накипью и маслом

Термическое сопротивление:

$$r_4 := \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_2 \cdot 10^{-3}}{\lambda_2} + \frac{\delta_3 \cdot 10^{-3}}{\lambda_3} + \frac{\delta_4 \cdot 10^{-3}}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_2} = 0.028 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Коэффициент теплопередачи:

$$K_4 := \frac{1}{r_4} = 35.6 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Эквивалентный коэффициент теплопроводности:

$$\lambda_{\text{экв4}} := \frac{\delta_2 + \delta_3 + \delta_4}{\frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4}} = 3.231 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$$

Плотность теплового потока:

$$q_4 := K_4 \cdot (t_{f1} - t_{f2}) = 16562 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$$

5 Стенка стальная с накипью, маслом и сажей

Термическое сопротивление:

$$r_5 := \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1 \cdot 10^{-3}}{\lambda_1} + \frac{\delta_2 \cdot 10^{-3}}{\lambda_2} + \frac{\delta_3 \cdot 10^{-3}}{\lambda_3} + \frac{\delta_4 \cdot 10^{-3}}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_2} = 0.038 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Коэффициент теплопередачи:

$$K_5 := \frac{1}{r_5} = 26.3 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Эквивалентный коэффициент теплопроводности:

$$\lambda_{\text{экв5}} := \frac{\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4}} = 1.67 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$$

Плотность теплового потока:

$$q_5 := K_5 \cdot (t_{f1} - t_{f2}) = 12212 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$$

Плотности теплового процесса в процентах от начального

$$\frac{q_2}{q_1} \cdot 100 = 102 \quad \%$$

$$\frac{q_3}{q_1} \cdot 100 = 82.7 \quad \%$$

$$\frac{q_4}{q_1} \cdot 100 = 67.9 \quad \%$$

$$\frac{q_5}{q_1} \cdot 100 = 50.1 \quad \%$$

Температуры на слоях стенки

$$t_1 := t_{f1} - \frac{q_5}{\alpha_1} = 353 \quad \text{C}$$

$$t_2 := t_1 - \frac{q_5 \cdot \delta_1 \cdot 10^{-3}}{\lambda_1} = 230.8 \quad \text{C}$$

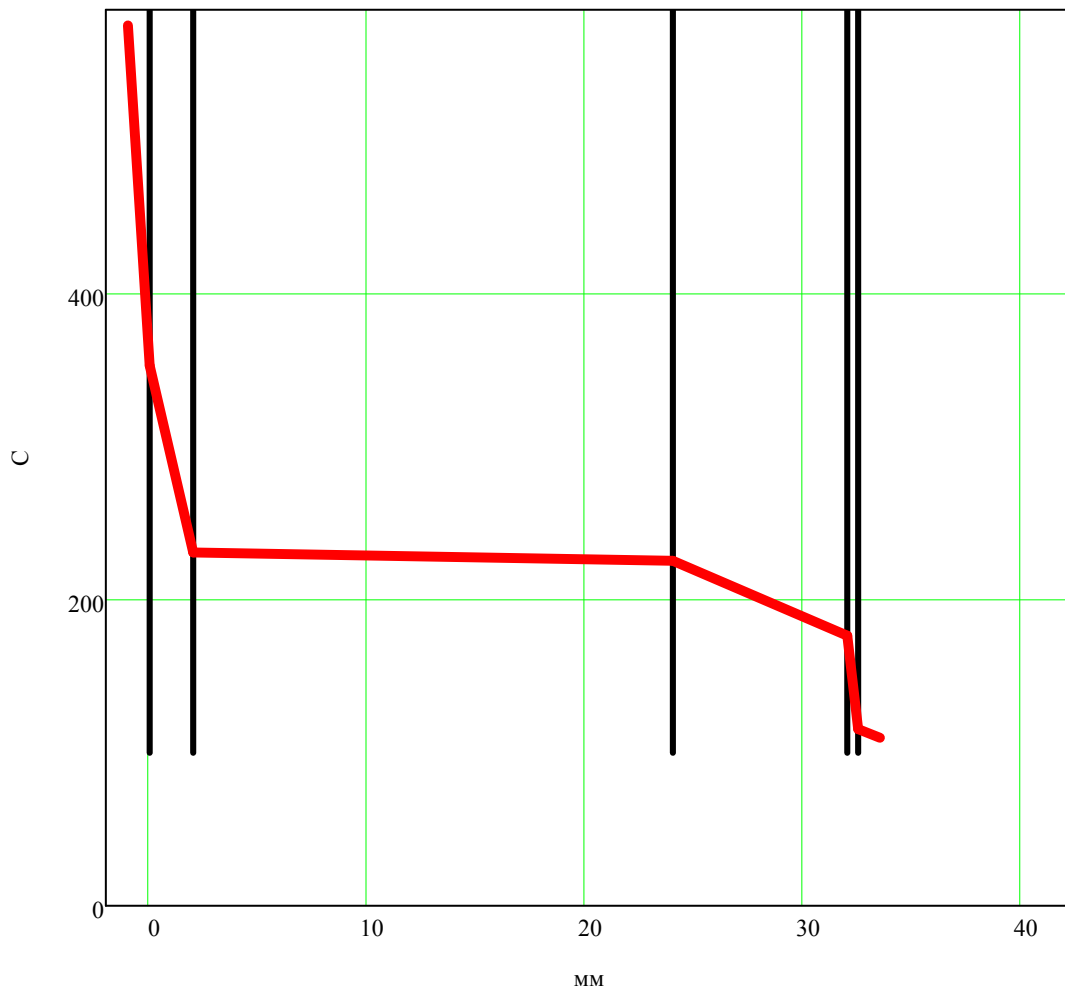
$$t_3 := t_2 - \frac{q_5 \cdot \delta_2 \cdot 10^{-3}}{\lambda_2} = 225.5 \quad \text{C}$$

$$t_4 := t_3 - \frac{q_5 \cdot \delta_3 \cdot 10^{-3}}{\lambda_3} = 176.6 \quad \text{C}$$

$$t_5 := t_4 - \frac{q_5 \cdot \delta_4 \cdot 10^{-3}}{\lambda_4} = 115.6 \quad \text{C}$$



Линия падения температуры



Выводы: Наличие загрязнений стенки в виде накипи, сажи, масла, значительно снижают теплопроводность стенки, что может привести к ее перегреву и в некоторых случаях к авариям