



Самостоятельное
заполнение

Для
билета



Вариант задания

1

Лист работы 1 из 2

№ 1

Дано:

$$S = 0,87 \text{ км} = 870 \text{ м}$$

$$t_{\text{ол}} = 10 \text{ ч} = 600 \text{ мин}$$

$$t_r = 10 \text{ мин}$$

$$L_{\text{ш}} = 0,75 \text{ м}$$

$$v_{\text{б}} = 116 L_{\text{ш}} \frac{1}{\text{мин}}$$

$$v_{\text{н}} = 58 L_{\text{ш}} \frac{1}{\text{мин}}$$

$$t_3 = 5 \text{ мин}$$

Найти:

$$t_{\text{б}} \text{ и } t_{\text{н}} - ?$$

Решение:

t_r - время на перегруз и подъем.

t_3 - время до начала $v_{\text{б}}$ и $v_{\text{н}}$ - боковой и
медленной темп соответственно.

$t_{\text{б}}$ - ^{верхняя} граница диапазона.

$t_{\text{н}}$ - ^{нижняя} граница диапазона

$$t_{\text{б}} = t_{\text{ол}} - t_r - t_3 - \frac{S}{v_{\text{б}}};$$

$$t_{\text{б}} = 600 \text{ мин} - 10 \text{ мин} - 5 \text{ мин} - \frac{870 \text{ м}}{116 \cdot 0,75 \frac{\text{м}}{\text{мин}}}; t_{\text{б}} = 575 \text{ мин}$$

$$t_{\text{б}} = 9 \text{ ч } 35 \text{ мин}$$

$$t_{\text{н}} = t_{\text{ол}} - t_r - t_3 - \frac{S}{v_{\text{н}}}; t_{\text{н}} = 600 \text{ мин} - 10 \text{ мин} - 5 \text{ мин}$$

$$- \frac{870 \text{ м}}{58 \cdot 0,75 \frac{\text{м}}{\text{мин}}}; t_{\text{н}} = 565 \text{ мин} = 9 \text{ ч } 25 \text{ мин}$$

Ответ: с $t_{\text{н}} = 9 \text{ ч } 25 \text{ мин}$ по $t_{\text{б}} = 9 \text{ ч } 35 \text{ мин}$.

№ 2

Дано:

$$V_{\text{б}} = 450 \text{ мл} = 450 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3; m_{\text{л}} = 3940 \text{ г} = 3,94 \text{ кг}, U = 220 \text{ В}, t_0 = 0^\circ \text{C}$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_5 = 120 \text{ м}, R_4 = 14,80 \text{ м}, C_{\text{в}} = 4160 \frac{\text{А} \cdot \text{с}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}, \lambda_{\text{л}} = 300 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$\rho_{\text{в}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Решение:



$$U_{00} = U_4 + U_{1235} \Rightarrow U_{00} = U_4 + U_{1235}, I_4 = I_{1235}$$

$$U_{00} = I_4 (R_4 + R_{1235}), R_{1235} = \frac{R_3 R_{125}}{R_3 + R_{125}}, R_{125} = R_1 + \frac{R_2 R_5}{R_2 + R_5}; R_{125} = 420 \text{ м} + \frac{120 \text{ м} \cdot 120 \text{ м}}{240 \text{ м}}; R_{125} = 180 \text{ м}; R_{1235} = \frac{120 \text{ м} \cdot 180 \text{ м}}{120 \text{ м} + 180 \text{ м}}; R_{1235} = 72 \text{ м}$$

$$I_4 = \frac{U_{00}}{R_{1235} + R_4}; I_4 = 10 \text{ А}; U_4 = I_4 R_4; U_4 = 148 \text{ В}; U_{1235} = 220 \text{ В} - 148 \text{ В}$$

$$U_{1235} = 72 \text{ В}; U_{1235} = U_{125} = U_3; U_{125} = U_{25} + U_1; I_{25} = I_1 = I_{125}$$

$$U_{125} = I_1 (R_{25} + R_1); I_1 = \frac{U_{125}}{R_{125}}; I_1 = 4 \text{ А}; I_2 + I_5 = I_1; I_2 = I_5$$

$$I_1 = 2I_2 = 2I_5; I_2 = 2 \text{ А} = I_5; P = \frac{I^2}{2} R; P_1 = \frac{I_1^2}{2} R_1; P_2 = \frac{I_2^2}{2} R_2; P_3 = \frac{I_3^2}{2} R_3; P_4 = \frac{I_4^2}{2} R_4; P_5 = \frac{I_5^2}{2} R_5$$

$$P_2 = \frac{I_2^2}{2} R_2; P_3 = \frac{I_3^2}{2} R_3; P_4 = \frac{I_4^2}{2} R_4; P_5 = \frac{I_5^2}{2} R_5$$

$$I_3 = I_4 - I_1; I_3 = 6 \text{ А}; P_{13} = P_1 + P_3; P_{245} = P_2 + P_4 + P_5$$

$$Q_B = C_B \rho_B V_B (t_K - t_0)$$

$$P_{13} \tau = C_B \rho_B V_B (t_K - t_0); Q_A = \lambda_A n m_A; n - \text{масса льда}$$

$$P_{245} \tau = \lambda_A n m_A; \tau = \frac{C_B \rho_B V_B (t_K - t_0)}{I_1^2 R_1 + I_3^2 R_3}; n = \frac{(I_2^2 R_2 + I_4^2 R_4 + I_5^2 R_5) \tau}{\lambda_A m_A}$$

$$n = \frac{(I_2^2 R_2 + I_4^2 R_4 + I_5^2 R_5) C_B \rho_B V_B (t_K - t_0)}{\lambda_A m_A (I_1^2 R_1 + I_3^2 R_3)}; n = \frac{(2^2 \cdot 12 + 10^2 \cdot 148 + 2^2 \cdot 12)}{3 \cdot 10^5 \cdot 3,94 \cdot (4^2 \cdot 12 + 6^2 \cdot 12)}$$

$$n = 0,4; [n] = \frac{A^2 \cdot 0 \text{ м} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{с} \cdot \text{К}}{A^2 \cdot 0 \text{ м} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{с} \cdot \text{К}} = 1$$

Ответ: 0,4 масса льда растает.

№ 4

Решение:

$$F_B - F_{\text{тяж}} = F_c - F_{\text{тяж}} + \Delta T; \rho_B g V_K - \rho_c g V_K = \Delta T; V_K = \frac{\Delta T}{g(\rho_B - \rho_c)}$$

$$V_K = \frac{16 \cdot 10^3 \text{ Н}}{10 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3} \cdot (1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3})}; V_K = 8 \text{ м}^3; V_K = L_K^3; L_K = \sqrt[3]{V_K}; L_K = 2 \text{ м} - \text{ребро куба}$$

$$P = \frac{F}{S} = \frac{\rho_c g V_K - m_K g}{L_K^2}; P = \frac{g(\rho_c L_K^3 - m_K)}{L_K^2}; -m_K = \frac{\rho_c L_K^3 - P L_K^2}{g}; m_K = \frac{\rho_c L_K^3 - P L_K^2}{g}$$

$$m_K = \rho_K (V_K - V_n) = \rho_K (V_K - (L_K - 2L_{CT})^3); \rho_K (V_K - (L_K - 2L_{CT})^3) = \frac{\rho_c L_K^3 - P L_K^2}{g}$$

$$\rho_K V_K - \rho_K (L_K - 2L_{CT})^3 = \frac{\rho_c L_K^3 - P L_K^2}{g}; V_K - \frac{\rho_c L_K^3 - P L_K^2}{\rho_K g} = (L_K - 2L_{CT})^3$$

$$\left(\frac{\sqrt[3]{V_K - \frac{\rho_c L_K^3 - P L_K^2}{\rho_K g}}}{2} - L_K \right) = L_{CT}; L_{CT} = 0,1 \text{ м}$$

Ответ: минимальная ширина $L_{CT} = 0,1 \text{ м}$



Вариант задания

1

Лист работы 2 из 2

~~Ситуационная задача:~~

~~$V_A = S h = 0,8 \text{ м}$~~

~~$V_B =$~~

Ситуационная задача:

$P = \frac{Q}{\tau}$; $V = \frac{L}{\tau}$; $L = v \tau$, V - объем керосина, P - мощность нагревателя

$Q_{\tau} = c_{\tau} \rho_{\tau} V_{\tau} (t_{\text{пл}} - t_{\text{н}}) + \lambda_{\tau} \rho_{\tau} V_{\tau}$; $V_{\tau} = L \cdot S = \frac{L \pi d^2}{4} = \frac{v \tau \pi d^2}{4}$

$P = \frac{c_{\tau} \rho_{\tau} v \tau \pi d^2 (t_{\text{пл}} - t_{\text{н}}) + \lambda_{\tau} \rho_{\tau} v \tau \pi d^2}{4} = \frac{(c_{\tau} (t_{\text{пл}} - t_{\text{н}}) + \lambda_{\tau}) \rho_{\tau} v \tau \pi d^2}{4}$

$P = \frac{(3200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (90^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) + 590000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}) \cdot 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 30 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 3,14 \cdot (5 \cdot 10^{-4})^2 \text{м}^2}{4}$

$P \approx 4,3 \text{ Вт}$; $\tau_{\text{н}} = \frac{V_{\text{дв}}}{v \cdot S \cdot \eta} = \frac{4 V_{\text{дв}}}{v \cdot \frac{\pi d^2}{4} \eta}$; $\tau_{\text{н}} = \frac{4 \cdot 15 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3}{30 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 3,14 \cdot (5 \cdot 10^{-4})^2 \text{ м}^2 \cdot 0,05} \approx 2592 \text{ с}$

$\tau_{\text{н}} \approx 3920 \text{ с}$, $\tau_{\text{н}}$ - время нагрева стальной детали

Ответ: $P = 4,3 \text{ Вт}$, $\tau_{\text{н}} = 3920 \text{ с}$

3

$\alpha = \frac{F}{k}$, ΔL - удлинение всей конструкции

$\Delta L = \frac{F}{k} + \frac{F}{2k} + \frac{F}{4k} + \frac{F}{8k} + \frac{F}{16k} + \frac{F}{32k}$

$\Delta L = \alpha + \frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha}{4} + \frac{\alpha}{8} + \frac{\alpha}{16} + \frac{\alpha}{32}$; $\Delta L = 32 \text{ см} + 16 \text{ см} + 8 \text{ см} + 4 \text{ см} + 2 \text{ см} + 1 \text{ см}$

$\Delta L = 63 \text{ см}$

Ответ: ~~63 см~~ $\Delta L = 63 \text{ см}$

4

Дано:

Найти:

$h = 0,8 \text{ м}$

~~какая~~ - кол-во выбавки

$t_{\text{н}} = 0^\circ\text{C}$

$t_{\text{в}} = 54^\circ\text{C}$



Демонстрация:

$$Q_B = c_B \rho_B V_B t_B, \text{ где } Q = cm\Delta t \text{ по } c_B = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°C}}$$

$$Q_A = \lambda_A \rho_A V_A N, \text{ } N_1 \text{ — часть льда которая растает}$$

после первого выброса, $Q_A = Q_B$

$$N_1 = \frac{c_B \rho_B S (H-h) t_B}{\lambda_A \rho_A h S} = \frac{c_B \rho_B \cdot 0,2 \text{ м} \cdot t_B}{\lambda_A \rho_A \cdot 0,8 \text{ м}}; N = \frac{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°C}} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,2 \cdot 54 \text{ °C}}{0,3 \cdot 10^8 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,8}$$

$$N_1 = 0,21 \rightarrow, N_2 = N \cdot \frac{0,8}{0,2} \cdot \frac{(0,2+0,21)}{0,8} \approx 0,43 \text{ — часть раста-$$

вляющая от начального льда, увеличилась потому

что в калориметре свободного места после

1-го выброса. $N_3 > N_2; N_3 > 0,43; N_1 + N_2 = 0,64$

$N_1 + N_2 + N_3 > 1,07$, значит произошло 3-е выбрасывание

Ответ: 3 выбрасывание.

