

Tema 1 FDT 2018 – 2019 REZOLVARE

Problema 2.

Procesul de transfer de căldură decurgând în regim continuu, staționar, fără pierderi de căldură în exterior, poate fi descris de ecuația generală de bilanț termic scrisă sub forma:

$$Q_{\text{ced}} = Q_{\text{prim}} = Q_{\text{transferat}}$$

Notații:

$m_{Va} = 360 \text{ L/min} = 0,36 \text{ m}^3/\text{min} = 0,006 \text{ m}^3/\text{s}$ – debitul volumic de lapte supus încălzirii de la 5 la 70°C

m_{Vb} = debitul volumic de apă fierbinte ce se răcește de la 95 la 82°C

m_a, m_b - debitele masice (kg/s) de lapte, respectiv apă fierbinte

$\rho_{a1} = 1030 \text{ kg/m}^3$ – densitatea laptelui la temperatura de intrare (278 K; 5°C)

$\rho_{a2} = 1010 \text{ kg/m}^3$ – densitatea laptelui la temperatura de ieșire (343 K; 70°C)

$\rho_{b1} = 950 \text{ kg/m}^3$ – densitatea apei la temperatura de intrare (368 K; 95°C)

$\rho_{b2} = 970 \text{ kg/m}^3$ – densitatea apei la temperatura de ieșire (355 K; 82°C)

$Q_1 = m_a \times c_1 \times t_1$ fluxul termic al laptelui la intrare;

$Q_2 = m_a \times c_2 \times t_2$ fluxul termic al laptelui la ieșire;

$Q_3 = m_b \times c_3 \times t_3$ fluxul termic al apei la intrare;

$Q_4 = m_b \times c_4 \times t_4$ fluxul termic al apei la ieșire;

A. Fluxul termic primit de laptele supus încălzirii:

$$Q_{\text{prim}} = Q_2 - Q_1 = m_a \times (c_2 \times t_2 - c_1 \times t_1) = m_a \times c_{\text{mediu lapte}} \times (t_2 - t_1)$$

$$m_a = \rho_{a1} \times m_{Va} = 1030 \times 0,006 = 6,18 \text{ kg/s}$$

$$c_{\text{mediu lapte}} = (c_1 + c_2)/2 = (3400 + 4600)/2 = 4000 \text{ J/(kg} \times \text{K)}$$

$$Q_{\text{prim}} = m_a \times c_{\text{mediu lapte}} \times (t_2 - t_1) = 6,18 \times 4000 \times (70 - 5) = 1606800 \text{ J/s (W)}$$

B. Fluxul termic cedat de agentul termic (apa fierbinte care se răcește):

Din ecuația generală de bilanț termic:

$$Q_{\text{ced}} = Q_{\text{prim}} = 1606800 \text{ J/s (W)}$$

C. Debitul masic de apă fierbinte:

$$Q_{\text{ced}} = Q_3 - Q_4 = m_b \times (c_3 \times t_3 - c_4 \times t_4)$$

Cum $c_3 = c_4$, ecuația de mai sus devine:

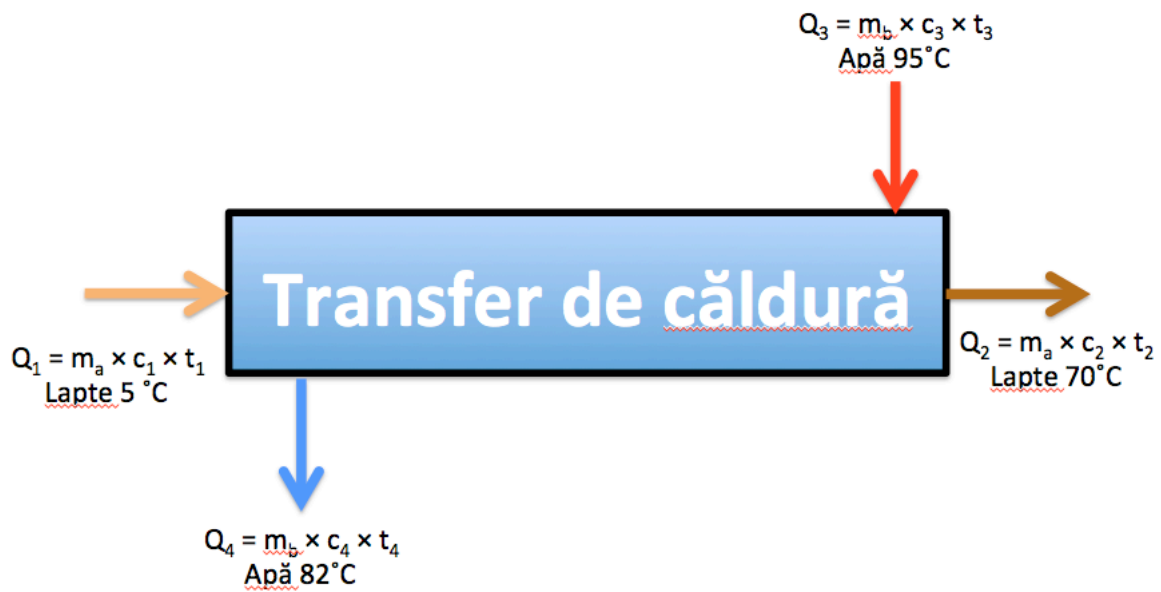
$$Q_{\text{ced}} = Q_3 - Q_4 = m_b \times c_3 \times (t_3 - t_4) \text{ de unde:}$$

$$m_b = Q_{\text{ced}} / [c_3 \times (t_3 - t_4)] = 1606800 / [4180 \times (95 - 82)] \cong 29,57 \text{ kg/s}$$

Debitul volumic de apă necesar va fi:

$$m_{Vb} = m_b / \rho_{b1} = 29,57 / 950 = 0,03 \text{ m}^3/\text{s} = 112,05 \text{ m}^3/\text{h}$$

D. Reprezentarea grafică a procesului:



E. Diagrama Sankey:

$$Q_1 = m_a \times C_{\text{mediu lapte}} \times t_1 = 6,18 \times 4000 \times 5 = 123600 \text{ W (1,04\%)}$$

$$Q_2 = m_a \times C_{\text{mediu lapte}} \times t_2 = 6,18 \times 4000 \times 70 = 1730400 \text{ W (14,58\%)}$$

$$Q_3 = m_b \times C_{\text{mediu apă}} \times t_3 = 29,57 \times 4180 \times 95 = 11742247 \text{ W (98,96\%)}$$

$$Q_4 = m_b \times C_{\text{mediu apă}} \times t_4 = 29,57 \times 4180 \times 82 = 10135413,2 \text{ W (85,42\%)}$$

