

**Zad.** Zbiornik wypełniony 1000 kg oleju o temp. 20 °C nagrzewany jest rurowym wymiennikiem ciepła zasilanym przegrzaną parą wodną o temp. 250 °C. Do zbiornika wpływa 100 kg/min oleju o temp. 20 °C, taki sam strumień wypływa ze zbiornika. Ciepło właściwe oleju wynosi 2 kJ/(kg K), współczynnik przenikania ciepła z wężownicy wymiennika ciepła do zbiornika wynosi 10 kJ/(min. K). Zakładając idealne mieszanie cieczy w zbiorniku, oblicz:

- temperaturę strumienia wylotowego w procesie ustalonym;
- temperaturę strumienia wylotowego po 1 godz.

**Dane:**

wlot/przychód	zbiornik	wylot/rozchód	proces
$t_1 = 20 \text{ °C}$	$t = t_2 = ?$	$t_2 = ?$	$\tau = 60 \text{ min}$
$\dot{m}_1 = 100 \text{ kg/min}$	$m = 1000 \text{ kg}$	$\dot{m}_2 = 100 \text{ kg/min}$	
	$t_0 = 20 \text{ °C}$		

$t_{\text{para}} = 250 \text{ °C}; C_p = 2 \text{ kJ/(kgK)}; k = 10 \text{ kJ/(min. K)}$

**Rozwiązanie:**

**a)**

Bilans energii

$$\dot{m}C_p \frac{dt}{d\tau} = \dot{m}_1 C_p t_1 - \dot{m}_2 C_p t_2 + k(t_{\text{para}} - t) \quad \frac{dt}{d\tau} = 0 \quad t = t_2 \quad \dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \dot{m}$$

$$0 = \dot{m}C_p t_1 - \dot{m}C_p t_2 + k(t_{\text{para}} - t_2) = \dot{m}C_p t_1 - \dot{m}C_p t_2 + kt_{\text{para}} - kt_2$$

$$t_2 = \frac{\dot{m}C_p t_1 + kt_{\text{para}}}{\dot{m}C_p + k} = 31 \text{ °C}$$

**b)**

$$\dot{m}C_p \frac{dt}{d\tau} = \dot{m}_1 C_p t_1 - \dot{m}_2 C_p t_2 + k(t_{\text{para}} - t) \quad t = t_2 \quad \dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \dot{m}$$

$$\dot{m}C_p \frac{dt}{d\tau} = \dot{m}C_p t_1 - \dot{m}C_p t + k(t_{\text{para}} - t) = \dot{m}C_p t_1 + kt_{\text{para}} - t(\dot{m}C_p + k)$$

$$\frac{dt}{d\tau} = \frac{\dot{m}C_p t_1 + kt_{\text{para}} - t(\dot{m}C_p + k)}{\dot{m}C_p} \quad \frac{1}{\dot{m}C_p t_1 + kt_{\text{para}} - t(\dot{m}C_p + k)} \int_{t_0}^t dt = \frac{1}{\dot{m}C_p} \int_0^\tau d\tau$$

$$-\frac{1}{\dot{m}C_p + k} \ln \left( \frac{\dot{m}C_p t_1 + kt_{\text{para}} - t(\dot{m}C_p + k)}{\dot{m}C_p t_1 + kt_{\text{para}} - t_0(\dot{m}C_p + k)} \right) = \frac{\tau}{\dot{m}C_p}$$

$$\ln \left( \frac{\dot{m}C_p t_1 + kt_{\text{para}} - t(\dot{m}C_p + k)}{\dot{m}C_p t_1 + kt_{\text{para}} - t_0(\dot{m}C_p + k)} \right) = -\frac{\dot{m}C_p + k}{\dot{m}C_p} \tau$$

$$e^{-\frac{\dot{m}C_p + k}{\dot{m}C_p} \tau} = \frac{\dot{m}C_p t_1 + kt_{\text{para}} - t(\dot{m}C_p + k)}{\dot{m}C_p t_1 + kt_{\text{para}} - t_0(\dot{m}C_p + k)}$$

$$t = t_2 = \frac{\dot{m}C_p t_1 + kt_{\text{para}} - e^{-\frac{\dot{m}C_p + k}{\dot{m}C_p} \tau} [\dot{m}C_p t_1 + kt_{\text{para}} - t_0(\dot{m}C_p + k)]}{\dot{m}C_p + k} = 31 \text{ °C}$$