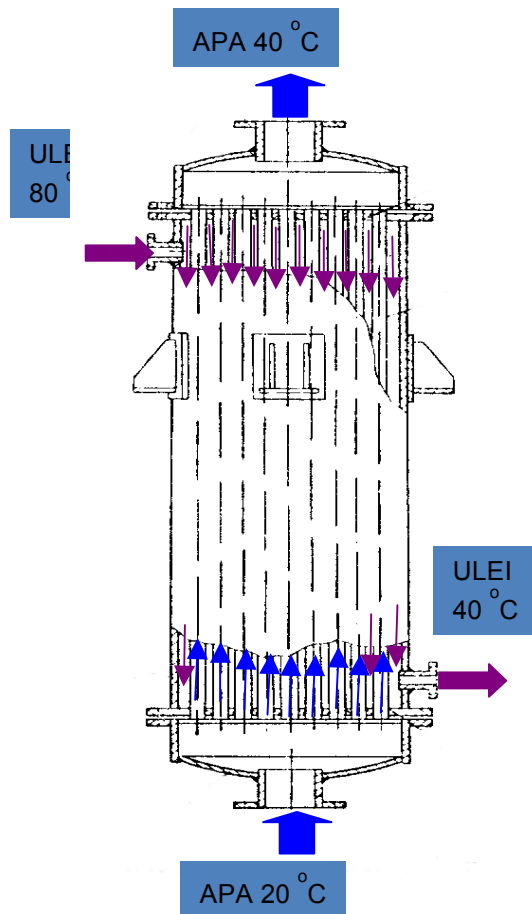


## Lucrare semestrială de control 2016

1. Prin mantaua (având  $D_{int} = 500$  mm) unui schimbător de căldură cu fascicul tubular având  $n = 61$  țevi (cu diametrul interior de 32 mm și grosimea peretelui țevii de 2,5 mm) circula 1800 t/h ulei rafinat de floarea soarelui (densitate: 890 kg/m<sup>3</sup>, viscozitate: 20 mPa.s) care se răcește. Prin țevi circulă apă de racire (densitate: 1 kg/L; viscozitate: 1 centiPoise) care se încălzește. Viteza apei prin țevi este de 1,5 m/s. Se cere:
- Debitul volumic de ulei care circulă prin spațiul intertubular;
  - Debitul masic de apă de răcire care circulă printr-o țeavă;
  - Debitul volumic de apă care circulă prin spațiul intratubular;
  - Diametrul echivalent al secțiunii de curgere a uleiului;
  - Diametrul echivalent al secțiunii de curgere a apei;
  - Valoarea criteriului Re pentru ulei;
  - Regimul de curgere al uleiului ( $Re_u$ );
  - Valoarea criteriului Re pentru apă;
  - Regimul de curgere al apei ( $Re_a$ ).



## REZOLVARE

### 1) Debitul volumic de ulei care circulă prin spațiul intertubular

Debitul volumic de ulei este de 180 t/h, adică:

$$m_{m \text{ ulei}} = 180 \text{ t/h} = 180000 \text{ kg} / 3600 \text{ s} = 50 \text{ kg/s}$$

Densitatea uleiului este de 890 kg/m<sup>3</sup>

Debitul volumic de ulei va fi:

$$m_{v \text{ ulei}} = m_{m \text{ ulei}} / \rho_{\text{ulei}} = 50 / 890 \text{ m}^3/\text{s} = 0,05618 \text{ m}^3/\text{s} = 202,247 \text{ m}^3/\text{h}$$

### 2) Debitul masic de apă de răcire care circulă printr-o țevă

Diametrul interior al unei țevi este de 32 mm ( $32 \times 10^{-3}$  m)

Viteza de curgere a apei prin țevi este de 1,5 m/s

Din ecuația debitului:

$$m_{v \text{ apă}} = v_{\text{apă}} \times A = v_{\text{apă}} \times (\pi d^2 / 4) = 1,5 \times \pi \times (32 \times 10^{-3})^2 / 4 = 1,2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 4,34 \text{ m}^3/\text{h}$$

Debitul masic de apă va fi:

$$m_{m \text{ apă}} = m_{v \text{ apă}} \times \rho_{\text{apă}} = 1,2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \times 1000 \text{ kg/m}^3 = 1,2 \text{ kg/s} = 4320 \text{ kg/h}$$

### 3) Debitul volumic de apă care circulă prin spațiul intratubular (prin țevi)

Schimbătorul de căldură având  $n = 61$  țevi, debitul total de apă va fi:

$$m_{v \text{ total apă}} = n \times m_{v \text{ apă}} = 61 \times 1,2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 0,0732 \text{ m}^3/\text{s} = 263,52 \text{ m}^3/\text{h}$$

### 4) Diametrul echivalent al secțiunii de curgere a uleiului

Conform definiției:

$d_{\text{ech}} = 4r_h = 4A/P_u$ , unde  $A$  = aria secțiunii de curgere (m<sup>2</sup>);  $P_u$  = perimetrul udat de fluid (m)

Pentru spațiul intertubular (printre țevi) al unui schimbător de căldură cu fascicul tubular (SCFT):

$$\begin{aligned} d_{\text{ech}} &= 4A/P_u = 4(\pi D_{\text{int}}^2/4 - n \times \pi d_{\text{ext}}^2/4) / (\pi D_{\text{int}} + n \times \pi d_{\text{ext}}) = \\ &= (D_{\text{int}}^2 - n \times d_{\text{ext}}^2) / (D_{\text{int}} + n \times d_{\text{ext}}) = \\ &= [0,5^2 - 61 \times (37 \times 10^{-3})^2] / (0,5 + 61 \times 37 \times 10^{-3}) = 0,06 \text{ m} \end{aligned}$$

### 5) Diametrul echivalent al secțiunii de curgere a apei

Pentru spațiul intratubular (prin țevi) al unui schimbător de căldură cu fascicul tubular (SCFT):

$$d_{\text{ech}} = 4A/P_u = 4 \times n \times (\pi d_{\text{int}}^2/4) / n \times \pi d_{\text{int}} = d_{\text{int}} = 32 \text{ mm} = 32 \times 10^{-3} \text{ m}$$

### 6) Valoarea criteriului Re pentru ulei

$$Re_{\text{ulei}} = \rho_{\text{ulei}} \times v_{\text{ulei}} \times d_{\text{ech}} / \mu_{\text{ulei}}$$

Viteza de curgere a uleiului se determină din ecuația debitului volumic al uleiului:

$m_{v \text{ ulei}} = v_{\text{ulei}} \times A_{\text{ulei}}$ , de unde:

$$\begin{aligned} v_{\text{ulei}} &= m_{v \text{ ulei}} / A = 4 m_{v \text{ ulei}} / \pi (D_{\text{int}}^2 - n \times d_{\text{ext}}^2) = 4 \times 0,05618 / \pi [0,5^2 - 61 \times (37 \times 10^{-3})^2] = \\ &= 0,43 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Înlocuind în expresia lui  $Re_{ulei}$ :

$$Re_{ulei} = \rho_{ulei} \times v_{ulei} \times d_{ech} / \mu_{ulei} = 890 \times 0,43 \times 0,06 / 20 \times 10^{-3} = 1147,13$$

### 7) Regimul de curgere al uleiului

întrucât  $Re_{ulei} = 1147,13 < 2300$ , regimul este **LAMINAR**

### 8) Valoarea criteriului Re pentru apă

$$Re_{apă} = \rho_{apă} \times v_{apă} \times d_{ech} / \mu_{apă} = 1000 \times 1,5 \times 32 \times 10^{-3} / 1 \times 10^{-3} = 48000$$

### 9) Regimul de curgere al apei

întrucât  $Re_{apă} = 48000 > 10000$ , regimul este **TURBULENT**