

Lösningar 2016-05-31

9. Uppgiften behandlar en turbinkondensator med giva dimensioner och givet ångföde.

a) kylvattenflödet

Antagande: stationärt och vi antar att skillnader i potentiell och kinetisk energi kan försummas. Vattnets  $c_p$  antas konstant

Analys :Uppgiften löses med värmebalanser

$$\dot{Q} = m_{\text{ånga}}(h_{in} - h_{ut}) = m_{\text{kylv}} c_p \cdot (T_{ut} - T_{in}) \quad (1)$$

Ångans kondenseringstryck är 0,1 bar =10kPa

Inkommande ånga har enligt texten en fukthalt på 10% och entalpin fås enligt:

$$h_{in} = h_f(1 - X) + h_g \cdot X = 191,8(1 - 0,9) + 2584,7 \cdot 0,9 = 2345,4 \text{ kJ / kg}$$

$$h_{ut} = h_f = 191,8 \text{ kJ / kg}$$

$$C_p = 4,18 \text{ kJ / kgK}$$

Kylvattenflödet fås ur ekv (1)

$$m_{\text{kylv}} = \frac{m_{\text{ånga}}(h_{in} - h_{ut})}{C_p(T_{ut} - T_{in})} = \frac{10000 \cdot (2345,4 - 191,8)}{3600 \cdot 4,18 \cdot (30 - 20)} = 143 \text{ kg / s}$$

Detta kan omvandlas till ett volymflöde

$$\dot{V}_{\text{kylv}} = \frac{m_{\text{kylv}}}{\rho} = \frac{143}{1000} = 0,143 \text{ m}^3 / \text{s}$$

b) Vattenhastigheten i tuberna

Analys: denna erhålls via den sammanlagda tvärsnittsarean för alla tuberna

$$A_{\text{tvär}} = \frac{(d_{\text{inre}})^2 \cdot \pi}{4} = \frac{(d_{\text{yttre}} - 2 \cdot \text{tjockleken}) \cdot \pi}{4} = \frac{(22 - 2) \cdot 10^{-3} \cdot \pi}{4} = 3,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{\text{total}} = 185 \cdot A_{\text{tvär}} = 5,81 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$\text{hastigheten } V = \frac{\dot{V}}{A_{\text{total}}} = \frac{0,1434}{5,81 \cdot 10^{-2}} = 2,47 \text{ m / s}$$

c) Bestämning av U-värdet

Analys: eftersom det på ena sidan i detta fall är en fasomvandling så har strömningsfallet ingen betydelse. Det sökta U-värdet fås med sambandet nedan:

$$\dot{Q} = U \cdot A \cdot \Delta T_m$$

Den logaritmiska medeltemperaturdifferensen erhålls enligt följande:

$$\Delta T_m = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} = \frac{(45,2 - 20) - (45,2 - 30)}{\ln \frac{(45,2 - 20)}{(45,2 - 30)}} = 20,4$$

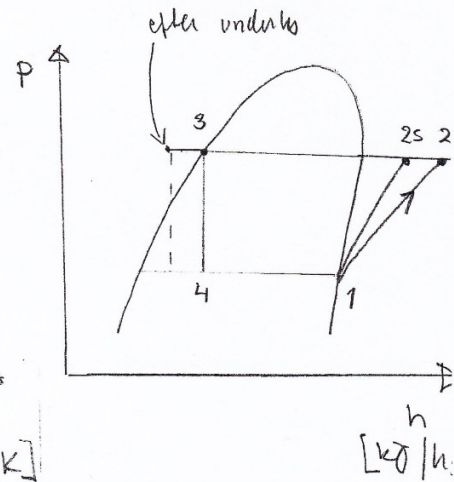
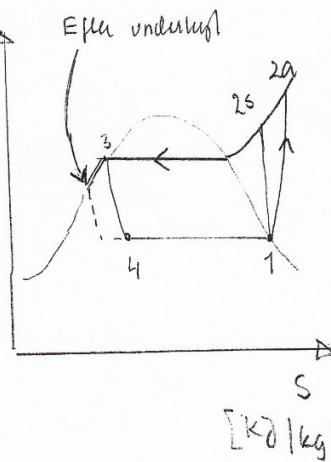
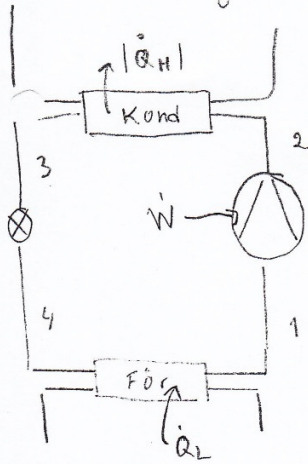
Värmeväxlarytan(yttre):  $A = \pi \cdot d_{yttre} \cdot L \cdot n = \pi \cdot 0,022 \cdot 11,5 \cdot 185 = 147m^2$

Värmegenomgångstalet med avseende på den yttre ytan blir:

$$U = \frac{\dot{Q}}{A \cdot \Delta T_m} = \frac{143 \cdot 4,18 \cdot 10}{147 \cdot 20,4} = 1,994kW / m^2 K$$

Svar a) 0,14 m<sup>3</sup>/s b) 2,5 m/s c) 1,99 kW/m<sup>2</sup> K

(10) Antagande: stationärt, ideal kylprocess förutom  
 Analys: definitioner, TMS Kompressionen



$$COP_{HP} = \frac{\dot{Q}_H}{\dot{W}} = \frac{h_{2a} - h_3}{h_{2a} - h_1}$$

Entalpidata tas ur  
A-11 → A-13

$$h_1 = h_g(360 \text{ kPa}) = 250,6 \text{ kJ/kg}$$

$$h_{2a} = (1,2 \text{ MPa}, 70^\circ\text{C}) = 299,0 \text{ kJ/kg}$$

$$h_3 = h_f(1,2 \text{ MPa}) = 115,8 \text{ kJ/kg}$$

$$COP_{HP} = \frac{299,0 - 115,8}{299,0 - 250,6} = \underline{\underline{3,79}}$$

$$\eta_K = \frac{h_{2s} - h_1}{h_{2a} - h_1}$$

$$h_{2s} (s_{2s} = s_1 \text{ och } P = 1,2 \text{ MPa}) = 275,5 \text{ kJ/kg}$$

$$s_1 = 0,916$$

$$\eta_K = \frac{275,5 - 250,6}{299,0 - 250,6} = 0,484$$

Svar  $COP_{HP} = 3,8$   $\eta_K = 48\%$  och underkylning enligt figurerna

