

Lösning till 2014-05-27 Energiteknik och hållbar utveckling

10.

a) I en kylmaskin är man intresserad av den värmemängd som tas upp vid låg temperaturnivå. Vid värmepumpar är det den värmemängd som avges vid den höga temperaturnivån som är intressant. Den termodynamiska processen är lika, oberoende av användningsområde.

b) Ett medelvärde av den drivande kraften (alt temperaturdifferens) i värmeväxlaren.

c) Konvektion är värmeöverföring genom energitransport orsakad av fluidens rörelse. Naturlig konvektion betyder att fluidens rörelse orsakas av temperaturgradienten som ger skillnad i densitet.

d) en reversibel process är vändbar och kan återgå till utgångsläget utan att omgivningen påverkas.

Antagande: stationärt, qivet värmeövergångstal gäller även efter isolering

Analys

Via \dot{Q} före isolering kan total resistans som krävs bestämmas och därmed isolertjocklek.

$$\dot{Q}_{\text{före}} = h \cdot A (T_v - T_\infty) = 10 \cdot 3 \cdot (80 - 30) = 1500$$

$$\text{Efter isolering } \dot{Q}_{\text{effekt}} = 0,1 \cdot \dot{Q}_{\text{före}} = 150 \text{ W}$$

$$\dot{Q} = \frac{(T_v - T_\infty)}{R_{\text{tot}}} \quad R_{\text{tot}} = \frac{1}{h \cdot A} + \frac{\Delta x}{k \cdot A}$$

Δx sökt tjocklek på isoleringen

$$R_{\text{tot}} = \frac{(T_v - T_\infty)}{\dot{Q}_{\text{effekt}}} = \frac{(80 - 30)}{150} = 0,333 \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

$$\frac{\Delta x}{k \cdot A} = R_{\text{tot}} - \frac{1}{h \cdot A} = 0,333 - \frac{1}{10 \cdot 3} = 0,3$$

$$\Delta x = 0,3 \cdot k \cdot A = 0,3 \cdot 0,038 \cdot 3 = 0,0343 \text{ [m]}$$

alltså 3,4 cm

$$\text{Energibesparing i antal kg naturgas per a} \\ \dot{Q}_{\text{besparing}} = 0,9 \cdot 1500 = 1350 \text{ [W]}$$

$$\text{Antal kg naturgas : } \frac{\dot{Q}_{\text{besparing}} \cdot \text{tiden}}{\eta \cdot \text{Värmevärde}}$$

$$\text{" - } \frac{1350 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365}{0,78 \cdot 45 \cdot 10^6} = 1212,9 \text{ kg/a}$$

Svar 3,4 cm isolering och
1213 kg naturgas per år

13. Otto process

Antagande: luften betraktas som en ideal gas

Analys: den termiska verkningsgraden kan beräknas direkt från kompressionsförhållandet eller via värme och arbetsutbyten.

Värmekapaciteter hämtas ut tabell A-2

Beteckningar enligt figur 8-13b

$$\eta_{th} = 1 - \frac{1}{r^{\kappa-1}} = 1 - \frac{1}{9^{0,4}} = 0,585$$

Temperaturen och tryck i punkt 2 fås via samband för en isentrop kompression och det kända kompressionsförhållandet:

$$T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\kappa-1} = 300 \cdot (9)^{0,4} = 722,5 \text{ (K)}$$

$$P_2 = P_1 \cdot \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\kappa} = 95 \cdot 10^3 \cdot (9)^{1,4} = 2059 \cdot 10^3 \text{ (Pa)}$$

Temperatur och tryck i punkt 3 fås via samband för isokor värmeförsel (maximala T och P)

$$T_3 = T_2 + \frac{q_{tillf}}{C_v} = 722 + \frac{700 \cdot 10^3}{718} = 1697$$

$$P_3 = P_2 \cdot \frac{T_3}{T_2} = 2059 \cdot 10^3 \cdot \frac{1766}{722} = 4838 \cdot 10^3$$

Punkt 4 fås via den isentropa expansionen

$$T_4 = T_3 \cdot \left(\frac{V_3}{V_4}\right)^{\kappa-1} = T_3 \cdot \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\kappa-1} = 1766 \cdot \left(\frac{1}{9}\right)^{0,4} = 705$$

$$P_4 = P_3 \cdot \left(\frac{V_3}{V_4}\right)^{\kappa} = 5036 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{1}{9}\right)^{1,4} = 223 \cdot 10^3$$

Alternativ beräkning av verkningsgraden

$$\eta_{th} = \frac{w}{q_{tillf}} = \frac{q_{tillf} - q_{bortf}}{q_{tillf}}$$

$$q_{bortf} = C_v \cdot (T_4 - T_1) = 718 \cdot (705 - 300) = 291 \cdot 10^3$$

$$\eta_{th} = \frac{750 - 311}{750} = 0,585$$

Svar: 58% samt T och P enligt ovan, figur se lärobok

14. Flödeasökning ger högre Re-tal(alt. högre turbulens) vilket ökar värmeövergångstalen på båda sidorna. Härigenom påverkas även U-värdet som ökar.

$$1/U = 1/h_i + R_{vägg} + 1/h_o$$

Ändringen mellan med- och motström bör teoretiskt sett inte påverka U-värdet.

Värmeövergångstalet påverkas inte av strömningsriktningen på andra sidan väggen.

15. Fyra valfria bland:

1. Ytor för CO₂- utsläpp
2. Betesmark
3. Skogsmark
4. Fiskevatten.
5. Odlingsmark
6. Bebyggd area