

Vastaa kaikkiin viiteen tehtävään.

1. Tarkastellaan teräsputkea, jonka sisähalkaisija on 1 m ja seinämäpaksuus 40 mm. Putken ulkopinta on raskaasti lämpöeristetty ja alkutilanteessa putken lämpötila on -20°C . Sitten putkeen aletaan pumpata 60°C lämpötilassa olevaa öljyä siten, että konvektiivinen lämmönsiirtokerroin putken sisäpinnalla on $\alpha = 500 \text{ W/m}^2\text{K}$. Laske putken ulkopinnan, joka on lämpöeristeen peitossa, lämpötila 8 min kuluttua öljyn pumppaamisen alkamisesta.

2. Suuressa hallissa on vastakkain kaksi ympyränmuotoista pintaa, pinnat 1 ja 2. Pinnat ovat yhdensuuntaiset ja niiden keskipisteitä yhdistävä jana on kohtisuorassa pintoja vastaan. Kummankin pinnan halkaisija on 2,0 m ja niiden etäisyys toisistaan on 1,0 m. Pinnan 2 emissiviteetti on 0,8 ja pinnan 2 sisällä on jäähdytyskanavat joilla pintaa jäähdytetään. Pinta 1 on musta ja sen lämpötila on 600 K. Hallin seinien lämpötila on 300 K. Laske millä teholla pintaa 2 pitää jäähdyttää säteilylämmönsiirron takia jotta sen lämpötila olisi 400 K (konvektiota ei oteta huomioon).

3. Vastavirtalämmönsiirtimelle mitattiin toimintapiste:
 - vesivirta 1: virtaama 1 kg/s ja lämpötilat $60^{\circ}\text{C}/40^{\circ}\text{C}$
 - vesivirta 2: lämpötilat $20^{\circ}\text{C}/40^{\circ}\text{C}$.
 - a) Laske näiden perusteella mittaustilanteessa lämmönsiirtimen lämpöteho, konduktanssi ja rekuperaatioaste.
 - b) Laske vesivirtojen poistumislämpötilat ja lämmönsiirtimen lämpöteho tilanteessa, jossa vesivirran 1 tulolämpötila on 70°C , vesivirran 2 tulolämpötila 40°C ja virtaamat samat kuin a-kohdassa.
 - c) Laske vesivirtojen poistumislämpötilat mitatussa toimintapisteessä (samat tulolämpötilat ja massavirrat) kun lämmönsiirrin kytketään vastavirran asemasta myötävirtaan.

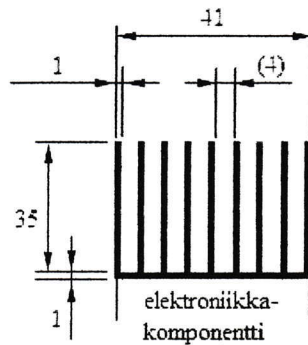
4. Putki, jonka ulkohalkaisija on 20 mm, on vaaka-asennossa. Sen ulkopinnalle halutaan lauhduttaa lämpötilassa 40°C olevaa kylläistä vesihöyryä teholla 0,6 kW/m (putkimetri). Laske
 - a) keskimääräinen lauhtumisen lämmönsiirtokerroin,
 - b) keskimääräinen putken pinnan lämpötila, jolla lauhtumisteho saavutetaan.

KÄÄNNÄ

5. Elektroniikkakomponentin yläpinta on neliömäinen, $41 \text{ mm} \times 41 \text{ mm}$ ja yläpinnan lämpötila on 90°C . Komponentin jäähdystystä varten sen yläpinnalle kiinnitetään alumiininen jäähdytysrivoitus, jossa on 9 suoraa levyripaa ja jonka profiili on alla olevan kuvan mukainen. Puhallin puhalttaa 20°C ilmaa vaakasuunnassa ripaväleihin siten että virtausnopeus ripavälissä on 8 m/s .

Säteilylämmönsiirto jäähdytysrivoituksesta ympäristöön otetaan huomioon siten, että sen arvioidaan olevan yhtäsuuri kuin se säteilyteho, jolla ulommaisten ripojen ulommat kyljet säteilisivät, jos ne olisivat kokonaan ripojen tyvilämpötilassa. Alumiinipinnan emissiviteetti on $\epsilon = 0,1$.

Lisäksi oletetaan, että konvektiivinen lämmönsiirto ripojen yläreunassa on likimain nolla.



Laske

- ripahyötysuhde,
- konvektioteho,
- säteilyteho ja elektroniikkakomponentin jäähdystysteho (rivoituksesta ympäristöön lähtävä koko teho).