

TTKK

Ympäristötekniikan osasto

Energia- ja prosessitekniikan laitos

25300. Lämmönsiirron perusteet

Tentti 12.08.96 (aikaa 3 h)

Kirjallisuuden käyttö sallittu

1. Kuution muotoinen (sivu 1.8 m) maakaasua polttava tulipesä on varustettu seiniltään jäähdytyspinnoilla (hapettunutta terästä), joiden lämpötila on 500°C . Laske mikä on nettosäteily kaasusta lämpöpintaan, kun kaasun lämpötila on tasainen 1700°C ja koostumus 22 vol-% H_2O , 13 vol-% CO_2 ja loput typpeä.

2. Kaasuvirran lämpötilaa mitataan termoelementillä, jota voidaan pitää pyöreänä pienenä pallona ($\lambda=23 \text{ W}/(\text{mK})$, $\rho=2000 \text{ kg}/\text{m}^3$ ja $c_p=0.6 \text{ kJ}/(\text{kgK})$). Konvektiivinen lämmönsiirtokerroin on $400 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Laske termoelementin suurin mahdollinen halkaisija, jos sen on mitattava 96 % askelmaisesta lämpötilamuutoksesta 2,2 sekunnin aikana.

3. Sähkölaitteen rungon lämpötila on 50°C . Siihen kiinnitetään tasapaksuja ϕ 10 mm, pituus 20 cm puikkoripoja. Laske rivan pään lämpötila ja rivan kautta menevä lämpövirta, kun

- a) ripa on 10 % Cr-terästä
- b) ripa on alumiinia

Laske myös sellaiset ripojen pituudet jolla rivan lämpövirta on 90 % äärettömän pitkän rivan lämpövirrasta. Ympäröivän ilman T on 15°C ja $h = 8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

4. Vastavirtalämmönsiirtimessä virtaa putkissa vettä $-1 \text{ kg}/\text{s}$ ja putkien ulkopuolella moottoriöljyä $-2 \text{ kg}/\text{s}$, jota jäähdytetään 100°C :sta 80°C :een. Veden tulolämpötila on 75°C . Laske tarvittava lämmönsiirtopinta-ala, kun putken sisähalkaisija d_s on 11 mm ($d_u = 15 \text{ mm}$) ja veden virtausnopeus 10 cm/s, putken johtumisvastus mitätön ja putken ulkopinnan lämmönsiirtokerroin $220 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

5. Maan pintalämpötila vaihtelee keskipäivän lämpötilan $+15^{\circ}\text{C}$ ja keskiyön $+1^{\circ}\text{C}$ välillä sinimuotoisesti. Laske millä syvyydellä lämpötilavaihtelu on $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Mikä on lämpövirran suunta ja suuruus maan pinnassa iltapäivällä klo 14.00 ja mikä on tällöin lämpötila 5 cm:n syvyydessä.