

Tentti kursseille

Kem-42.1700 KEMIAN LAITETEKNIikka I

Kem-42.101/2 KEMIAN LAITETEKNIikka I / I; P

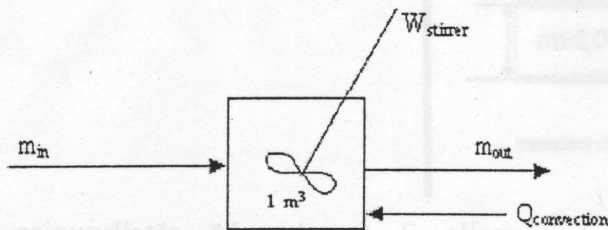
laskutentti 6.5.2006

KIRJOITA VASTAUSPAPERIIN:

nimi, opintokirjan numero ja OPINTOJAKSON KOODI

**Aloita jokainen tehtävä omalta sivultaan, kiitos!**

1. Prosessineste virtaa sekoittimella varustetun metallitankin läpi. Sekoituksen voidaan olettaa olevan ideaalinen ja lämmönsiirtokerroin nesteen ja metalliseinämien välillä on erittäin suuri. Sekoittimen teho on 300 W ja tankin sisällä oleva vesimäärä on vakio,  $1 \text{ m}^3$ . Tankin lämpökapasiteetti on 10 % sen sisällä olevan veden lämpökapasiteetista. Lämmönsiirtokerroin tankin ulkoseinämän ja ilman välillä on  $15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  ja ympäröivän ilman lämpötila on  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Prosessinesteen läpivirtaus on  $1 \text{ kg}/\text{min}$  ja sen ominaisuudet vastaavat samassa lämpötilassa olevan veden ominaisuuksia.



- Mikä on lämmönsiirtopinta-ala, kun syöttöveden lämpötilan ollessa  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  on ulostulevan veden lämpötila  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ ?
- Mikä on ulostulevan veden lämpötilan ajanhetkellä  $t$ , jos syöttöveden lämpötilaa nostetaan ajanhetkellä  $t_0$  lämpötilasta  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  lämpötilaan  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ ?
- Seurauksena syötön lämpötilan nostamisesta, kuinka kauan kestää että ulostulolämpötila on kohonnut 90 % kokonaiskokoamasta?

2. Prosessiliuosta pumpataan  $150 \text{ m}^3/\text{h}$  varastosäiliöstä ( $p = 4.5 \text{ bar}$ ) reaktorin ilmatilaan. Paine reaktorissa on 3 bar. Pumpun imulinja on 25 m pitkä ja siinä on kolme  $90^\circ$  mutkaa ( $R = 1.5 \text{ d}$ ), palloventtiili ja sihti ( $\zeta = 5.0$ ). Lähtö varastosäiliöstä on terävä. Imulinjan putken nimellishalkaisija on 200 mm. Painepuolen putki on 115 m pitkä ja siinä on viisi  $90^\circ$  mutkaa ( $R = d$ ) sekä palloventtiili. Painepuolen putki on alkuosasta samaa kuin imulinjan putki, mutta 20 m ennen reaktoria siinä on äkillinen supistus (DN 200 mm  $\rightarrow$  DN 100 mm). Palloventtiili ja yksi mutkista on sijoitettu putken kapeampaan osaan. Seinämävahvuus kaikissa putkissa on 3 mm. Linjaston putkimateriaali on tavallista terästä. Pumppu sijoitetaan 2 m varastosäiliön pinnan yläpuolelle (pinnan korkeus voidaan olettaa vakioksi) ja painepuolen ulostulo on 10 m pumppua korkeammalle. Prosessiliuoksen ominaisuuksien voidaan olettaa vastaavan keskimäärin  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  veden ominaisuuksia.

- Määritä virtausvastuksien suuruus ( $h_f$ ) sekä putkiston imulinjalle että painepuolelle
- Määritä lisäksi koko putkiston painemuutokset (Pa) johtuen paine-erosta, korkeuserosta, kineettisestä paine-erosta sekä virtausvastuksista
- Mikä täytyy pumpun nostokorkeuden vähintään olla kun pumpun hyötysuhde on 0.7

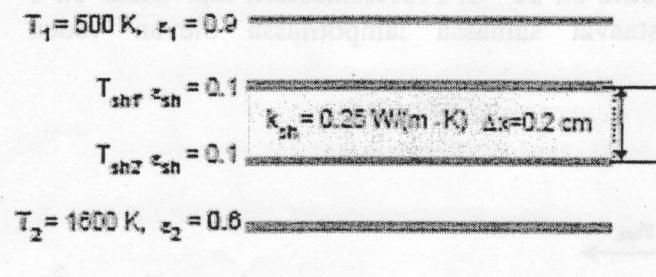
(HUOM. Tehtävän arvostelussa tullaan kiinnittämään erityistä huomiota oletuksiin ja niiden perusteisiin. Muista siis perustella virtausyhtälössä käyttämäsi arvot)

3. Absorptioliuosta lämmitetään höyryllä 2-4 -lämmönsiirtimessä 55 °C:sta 95 °C:een. Käytettävä höyry on kylläistä ja sen paine on 6 bar. Lauhde poistuu lauhutimislämpötilassa. Liuosta tulee noin 120 kmol/h ja sen moolimassa on 280 g/mol. Siirtimessä on 100 kpl putkia, joiden ulkohalkaisija on 25 mm ja seinämän paksuus 2 mm. Putkimateriaalin lämmönjohtavuus on 45 W/(m°C). Vaippapuolen keskimääräinen lämmönsiirtokerroin on 5500 W/(m²K). Absorptioliuos virtaa putkipuolella ja sille voidaan käyttää veden aineominaisuuksia.

Laske:

- tarvittava höyry määrä
- lämmönsiirtimen seinämän keskimääräinen lämpötila
- lämmönsiirtimen pinta-ala

4. Tarkastellaan kahta samansuuntaista, pinta-alaltaan ääretöntä, harmaata pintaa joita toisistaan erottaa säteilysuoja. Säteilysuojan pinta vastaa harmaata pintaa. Pintojen lämpötilat ja emissiviteetit on esitetty oheisessa kuvassa. Säteilysuoja on molemmiin puolin ohuella metallikerroksella päällystettyä keraamista materiaalia, jonka emissiviteetti molemmilla pinnoilla on 0.1. Keraamisen materiaalin termien lämmönjohtavuus on 0.25 W/(mK)



- Laske energia vuo pinnalta 1 pinnalle 2 ( $q_{1 \rightarrow 2}$ ) sekä säteilysuojan pintalämpötilat ( $T_{sh1}$  ja  $T_{sh2}$ )
- Laske säteilysuojan suhteellinen merkitys energiavuohon  $q_{1 \rightarrow 2}$  (tilanne suojan kanssa ja ilman)
- Mikä on keraamisen materiaalin suhteellinen vaikutus energiavuohon  $q_{1 \rightarrow 2}$ ? (vertaa tilanteeseen ohuella säteilysuojalla ilman keraamista väliainetta:  $\Delta x = 0$  ja  $T_{sh} = T_{sh1} = T_{sh2}$ )

(Vihje: a-kohdan ratkaisu on iteratiivinen)