

Tentti kursseille

Kem-42.1700 KEMIAN LAITETEKNIikka I

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

laskutentti 11.5.2007

1. Vettä (10°C) pumpataan järvestä säiliöön (p=1,2 bar) 300 metriä pitkää, 200 mm sisähalkaisijaltaan olevaa putkea pitkin. Järven veden pinta on 6 m säiliön nestepintaa alempana. Putkimateriaali on valurautaa. Putkessa on sihti ($\zeta=4,0$), kolme lautasventtiiliä ja viisi kpl 90° mutkaa (R/D=1,5). Liittymä säiliöön on terävä ja nestepinnan alapuolella. Käytettävissä on kaksi samanlaista keskipakopumppua.

Pumpun karakteristika:

| | | | | | | |
|----------------|------|------|------|-----|-----|-----|
| $V/m^3/h$ | 0 | 60 | 120 | 180 | 240 | 255 |
| $\Delta H_p/m$ | 13,0 | 12,6 | 11,3 | 8,9 | 2,6 | 0 |

Miten pumpput on kytkettävä, jotta saataisiin mahdollisimman suuri tilavuusvirtaus?
Kuinka suuri on tilavuusvirtaus?

2. Kylläistä vesihöyryä ($p = 4,8$ bar) lauhdutetaan 2 kg/s. Lauhduttimen putket on asetettu pystysuoraan. Putkien ulkohalkaisija on 50 mm ja seinämän paksuus 3 mm. Putkia on 10 kpl. Jäähdytysvesi virtaa putkipuolella ja lämpenee 10 °C:sta 80 °C:een. Putken seinämän lämpötila on vakio 100 °C.

Laske:

- tulevan jäähdytysveden tilavuusvirta (m^3/h)
- kokonaislämmönläpäisykerroin
- lämmönsiirtimen pinta-ala

Putken seinämän lämmönsiirtovastus voidaan olettaa mitättömäksi. Lauhteen virtaus on turbulenttia ($\Gamma_b=6,4$ kg/ms). Filmikerroksen lämpötila voidaan arvioida seuraavasti:

$$T_f = T_{\infty,h} - \frac{3(T_{\infty,h} - T_w)}{4}$$

3. Kahden sisäkkäisen valurautaputken välisessä tilassa virtaa vettä 15 m^3/h . Sisemmän putken ulkohalkaisija on 160 mm ja ulomman putken halkaisija 200/216 mm. Putki kulkee 1 metrin matkan vaaka-suorassa ulkoilmassa. Tällä matkalla veden keskilämpötila on 80 °C. Ulkona kulkeva osa putkesta päällystetään vuorivillaeristeellä, jonka lämmönjohtavuus on 0,1 W/mK. Putkimateriaalin lämmönjohtavuus on 45 W/mK.

Kuinka paksu eristekerroksen pitää olla, jotta lämpöhäviö vedestä ulkoilmaan olisi korkeintaan 145 W. Ulkoilman lämpötila on 0 °C.

4. Hiilivoimalan savukaasu sisältää SO₂:a ja ilmaa. SO₂:a absorboidaan veteen vastavirtaan toimivassa absorptiokolonnissa siten, että kaasuseoksessa olevasta SO₂:sta poistetaan 90 %. Kolonniin tulevan kaasuvirran määrä on 350 kg/h ja vesivirran 1500 kg/h. Tasapainokäyrä vedelle ja SO₂:lle on seuraava:

| | | | | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|
| x | 0,00075 | 0,00121 | 0,00281 | 0,00422 | 0,00564 | 0,00844 | 0,0141 | 0,0197 | 0,028 |
| y | 0,00079 | 0,00252 | 0,0084 | 0,0137 | 0,0177 | 0,0269 | 0,0474 | 0,0671 | 0,0954 |

- Määritä ideaaliaskelten lukumäärä.
- Kuinka paljon SO₂:a pystytään poistamaan, kun kaasuvirta kasvaa 35 %. Ideaaliaskelten lukumäärä on sama kuin a)-kohdassa.