

TTY

Ympäristötekniikan osasto
Energia- ja prosessitekniikka

ENER 8200. Höyrytekniikka (5 op)

Tentti 9.1.2006

Kirjallisuuden käyttö kielletty

OSA I (aikaa 1 h)

1.

- a) Miksi lieriökattila soveltuu huonosti liukuvan paineen ajoon? (5)
- b) Mitä asioita voidaan laskea kartiosäännöllä? (8)
- c) Sellutehtaan soodakattilan ainevirrat ja niiden yhteys muuhun prosessiin. (7)

2.

- a) Pakokaasukattilan "pinch-point"-lämpötilaero kattilan mitoituksessa? (5)
- b) Mitä asioita tulipesärasitustunnusluvut lähinnä ottavat huomioon kattilan mitoituksessa? (5)
- c) Kattilan nuohousmenetelmät? (5)
- d) Miksi Suomen oloissa kylmän jäähdytysveden mahdollistamia pieniä lauhduspaineita ei pystytä täysmittakaavaisesti hyödyntämään suurissa lauhdevoimaloissa? (5)

TTY

Ympäristötekniikan osasto

Energia- ja prosessitekniikka

ENER 8200. Höyrytekniikka (5 op)

Tentti 9.1.2006

Kirjallisuuden käyttö sallittu

OSA II (aikaa 2 h)

3. Savukaasu virtaa kattilan tulistimiin kohtisuorasti lämpötilassa $1210\text{ }^{\circ}\text{C}$ nopeudella 19 m/s . Laske teräksisten tulistinputkien ulkopuolinen kokonaislämmönsiirtokerroin sekä lämmönläpäisykerroin savukaasusta höyryyn, kun savukaasun koostumus on seuraava: $19\text{ vol-}\%$ CO_2 , $15\text{ vol-}\%$ H_2O ja typpeä ja happea loput. Putken pinta-lämpötila on $580\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja halkaisija 80 mm . Putket ovat rivissä ($t_q=280\text{ mm}$, $t_l=200\text{ mm}$). Ulkopuolella on $1,2\text{ mm}$:n likakerros lentotuhkaa ja sisäpuoli on täysin puhdas. Putken seinämän vahvuus on 7 mm ja höyryn nopeus tulistimessa 18 m/s . Laske myös savu-kaasuvirtauksen painehäviö putkiriviä kohti. Arvioi aineominaisuudet on sopivalla tarkkuudella itse. (25)

4. Tehtaalle suunnitellaan höyryakkua, jossa olisi 100 ton -nia kylläistä vettä lämpötilassa 525 K . Miten kauan höyry-akku voisi tuottaa samanaikaisesti kahta höyryä määriltään 4 kg/s (2 bar , 400 K) ja 10 kg/s (3 bar , 420 K). (15)

5. Lauhduttimen asteisuus on $3,0\text{ K}$. Höyryä virtaa lauhduttimeen 200 kg/s tilassa $3,5\text{ kPa}$ & $x = 0,92$. Jäähdytysveden tulo-lämpötila on 283 K . Laske jäähdytysveden massavirta sekä tarvittava lämmönsiirtopinta-ala (lämmönsiirtoputkille $d = 20\text{ mm}$, $s = 1,2\text{ mm}$, materiaali CuZn20A). Lauhde poistuu 1 K :n alijäähtyneenä ja virtausnopeus putkissa on $1,7\text{ m/s}$. (20 p)