

Aika: 1 h
198

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) 198
- 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) *

Paine pienenee → ominaistilavuus kasvaa → turbiinin leppupää kasvaa
→ kallis → Höyry kostuu → rakenteet hajoa

Ympäristötekniikan osasto
Energia- ja prosessitekniikka

ENER 8200. Höyrytekniikka (5 op)

Pentti 9.1.2006

Kirjallisuuden käyttö sallittu

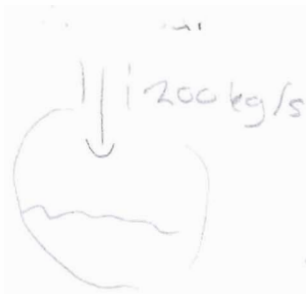
OSA II (aikaa 2 h)

3. Savukaasu virtaa kattilan tulistimiin kohtisuorasti lämpötilassa 1210 °C nopeudella 19 m/s. Laske teräksisten tulistinputkien ulkopuolinen kokonaislämmönsiirtokerroin sekä lämmönläpäisykerroin savukaasusta höyryyn, kun savukaasun koostumus on seuraava: 19 vol-% CO₂, 15 vol-% H₂O ja typpeä ja happea loput. Putken pinta-lämpötila on 580 °C ja halkaisija 80 mm. Putket ovat rivissä (t_q=280 mm, t_l=200 mm). Ulkopuolella on 1,2 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) s. 62-63

4. Tehtaalle suunnitellaan höyryakkua, jossa olisi 100 tonnia kylläistä vettä lämpötilassa 525 K. Miten kauan höyryakku 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 K. Höyryä virtaa lauhduttimeen 200 kg/s tilassa 3,5 kPa & x = 0,92. Jäähdytysveden tulo-lämpötila on 283 K. Laske jäähdytysveden massavirta sekä tarvittava lämmönsiirtopinta-ala (lämmönsiirtoputkille d = 20 mm, s = 1,2 mm, materiaali CuZn20A). Lauhde poistuu 1 K:n alijäähtyneenä ja virtausnopeus putkissa on 1,7 m/s. (20 p)

C = Hiili
H = Vety
O = Happi
N = Typpi
S = Rikki



$$pV = \frac{m}{M}RT$$

$$dm^3 = (0.1m)^3 =$$

$n = \frac{V}{V_m} \rightarrow$ moolimäärä = Tilavuus / moolitilavuus

$$n = \frac{m}{M}$$

$R = 8,314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ $M = 18,020$

$$p = \frac{m}{M} \frac{RT}{V} = \frac{100\,000 \text{ kg} \cdot 8,314 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \cdot 525 \text{ K}}{18,020 \text{ g/mol} \cdot 100\,000 \text{ dm}^3} = 242\,000,000 \text{ Pa}$$

$$\frac{V}{M} = \frac{mRT}{Mp} = \frac{4 \cdot 8,314 \cdot 400}{18,020 \cdot 200\,000} = 3,7 \text{ m}^3$$

$$\frac{V}{M} = \frac{10 \cdot 8,314 \cdot 420}{18,020 \cdot 300\,000} = 6,5 \text{ m}^3$$

$V: 9,85$