Ene-39.3010 Lämpövoimaprosessit

Tentti 19.12.2014 klo 12-16.

Tentissä saa käyttää mitä tahansa muuta tukimateriaalia mutta ei laskuharjoitustehtävien malliratkaisuja. Itse tehdyt pistetehtävien tarkaisut, jotka on arvosteltu, on sallittu. Vastaa kaikkiin viiteen tehtävään.

1. Ilmatiiviissä säiliössä, jonka tilavuus on 1 m^3, on 100 kg kylmäainetta R134a. Kun säiliö on ollut paikallaan pitkän aikaa huoneessa jonka lämpötila on 20°C, niin onko säiliön pohjalla kylläistä nestettä (perustele lyhyesti)? Jos on, niin kuinka korkealla nesteen pinta on säiliön pohjasta, kun säiliö on suora ympyrälieriö, jonka pohjan pinta-ala on 1 m^2?

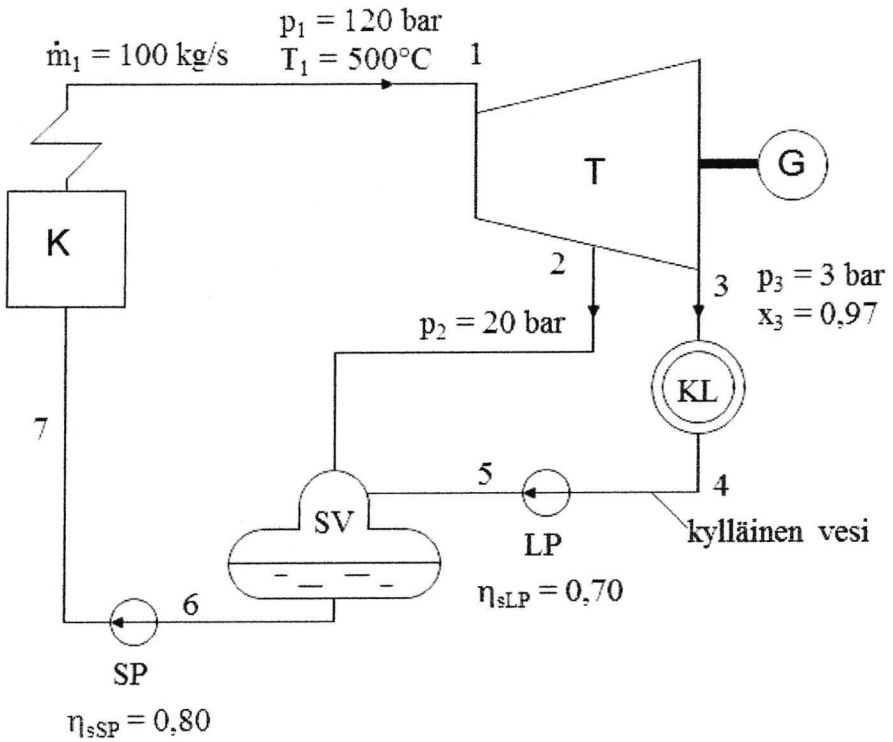
2. Paperitehtaassa tarvitaan kuivaustarkoituksiin 150 tonnia vuorokaudessa kylläistä höyryä lämpötilaltaan 140°C. Tämä höyry saadaan aikaan siten, että kattilapaine nostetaan arvoon 100 bar ja annetaan höyryn sen jälkeen virrata vastapaineturbiiniin, josta tulee haluttua kylläistä höyryä. Turbiinista poistuva höyry johdetaan yllä mainittuihin kuivaustarkoituksiin. Turbiinin isentrooppinen hyötysuhde on 0,88. Mikä tulee höyryn lämpötilan ennen turbiinia olla, jotta turbiinista poistuva höyry olisi kylläistä ja lämpötilaltaan 140°C ? Turbiiniin on kytketty sähkögeneraattori. Kuinka paljon sähkötehoa turbiini antaa, jos sähkögeneraattorin hyötysuhde on 0,9?

3. Allaoleva kuva esittää kaukolämpöä ja sähköä tuottavan vastapainehöyryvoimalaitoksen prosessikaaviota. KL = kaukolämpölämmönsiirrin.

a) Laske syöttövesipumpun (SP) ja lauhdepumpun (LP) tehontarpeet.

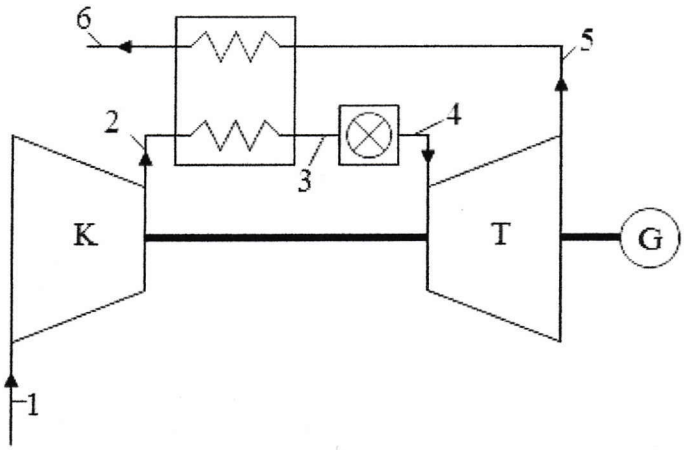
b) Laske laitoksen rakennusaste (turbiiniteho jaettuna kaukolämpöteholla).

Turbiinihöyryn paisuntaprosessi voidaan olettaa suoraksi h,s-tasossa.



4. Allaolevan kuvan kaasuturbiinikoneikossa $T_1 = 15^oC$, $T_4 = 800^oC$, painesuhde $\pi = 10$, lämmönsiirtimen rekuperaatioaste $\varepsilon = 0{,}7$, kompressorin ja turbiinin isentrooppinen hyötysuhde = 0,8 ja palamisilman massavirta $\dot{m}_i = 10$ kg/s. Ilmalle $C^*_{pmi} = 3{,}5$ ja savukaasuille $C^*_{pmk} = 4{,}0$. Palamisilma otetaan ulkoilmasta (piste 1) ja savukaasut purkautuvat ulkoilmaan (piste 6). Savukaasujen ja palamisilman moolivirta oletetaan likimain samaksi.

a) Laske koneikon prosessihyötysuhde.
b) Laske koneikosta saatava akseliteho.
c) Laske ulospurkautuvan savukaasun lämpötila (piste 6).



5. Kylmäkoneen, jonka kylmäaineena on R134a, kylmäteho on 10 kW. Höyrystinlämpötila on -30°C ja lauhtumislämpötila +30°C. Kylmäaine tulistuu höyrystimessä 10 K ja alijäähtyy lauhduttimessa samoin 10 K. Kompressorin isentrooppinen hyötysuhde on 0,75. Laske tai määritä

a) kylmäaineen massavirta ja tilavuusvirta kompressorin imuaukossa,
b) kompressorin akseliteho ja kylmäaineen lämpötila kompressorin jälkeen.
c) Kuinka paljon lauhdutin luovuttaa lämpöä, kun kylmäkoneen höyrystimen avulla lauhdutetaan 100 kg lämpötilassa 0°C olevaa kylläistä höyryä kylläiseksi vedeksi?