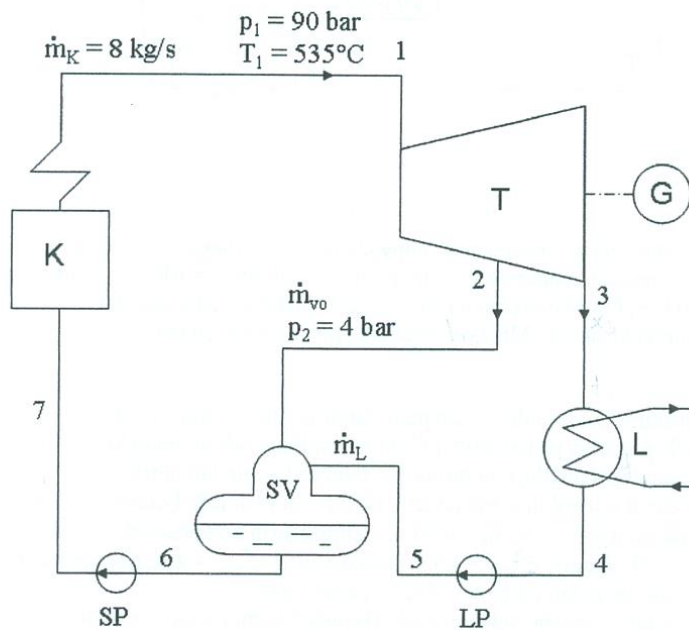


Ene-39.3010 Lämpövoimaproessit

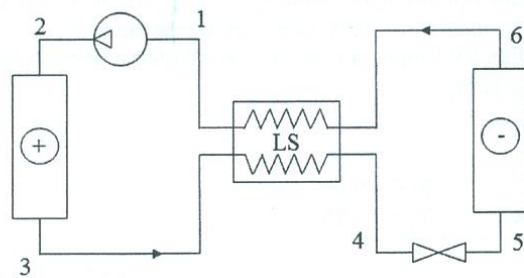
Tentti 10.4.2014 klo 16-20.

Tentissä saa käyttää mitä tahansa muuta tukimateriaalia mutta ei laskuharjoitustehtävien malliratkaisuja. Vastaa kaikkiin viiteen tehtävään.

1. Kuvan mukaisessa höyryvoimalaitoksessa höyryn lauhduminen tapahtuu lämpötilassa 30°C ja lauhduttimesta lähtevän veden lämpötila on 3°C alhaisempi kuin lauhdumislämpötila, jotta lauhdepumppu LP ei alkaisi kavitoimaan. Höyryn paisunta turbiinissa oletetaan tapahtuvan suoraa pitkin alkutilasta lopputilaan h,s -diagrammissa. Höyrypitoisuus turbiinin jälkeen (piste 3) on $x_3 = 0,90$. Lauhdepumpun LP isentrooppinen hyötysuhde $\eta_{s,LP} = 0,65$ ja syöttövesipumpun SP isentrooppinen hyötysuhde $\eta_{s,SP} = 0,75$. Loput arvot ovat kuvassa.
 - a) Mikä on syöttövesisäiliön SV lämpötila ja mikä on siellä olevan höyryn tiheys?
 - b) Laske massavirrat \dot{m}_{v0} ja \dot{m}_L .
 - c) Laske prosessihyötysuhde.



2. Ammoniakkikylmäkoneessa (kuva alla), jonka jäähdytysteho on 100 kW, on höyrystyslämpötila -30°C ja lauhtumislämpötila $+30^{\circ}\text{C}$. Kompressorin isentrooppinen hyötysuhde on 0,8. Kylmäaine poistuu höyrystimeltä kylläisenä höyrynä mutta sitä tulistetaan lämmönsiirtimessä 20 K ennen kuin se menee kompressorille. Kylmäaine alijäähtyy lauhtuttimessa 10 K.
- Laske kylmäaineen massavirta.
 - Laske lämmönsiirtimen LS siirtämä teho.
 - Laske kompressorin akseliteho ja tilavuusvirta imuaukossa.
 - Piirrä kylmäaineen prosessi tenttipaperin liitteenä olevaan diagrammiin, repäise diagrammi irti ja palauta se vastauspapereiden mukana. Kirjoita diagrammiin nimesi ja opiskelijanumerosi!



- Höyryturbiiniin tulee pienellä nopeudella höyryä tilassa $p = 3 \text{ MPa}$, $T = 573 \text{ K}$. Höyry poistuu paineessa $p = 10 \text{ kPa}$ ja nopeudella $w = 100 \text{ m/s}$. Turbiini kehittää 1000 kW, kun höyryvirta on $\dot{m} = 2 \text{ kg/s}$. Oletetaan adiabaattiset toimintaolosuhteet. Mikä poistoputken pinta-ala vaaditaan?
- Kaasuturbiinivoimalaitoksen painesuhde on 30. Turbiinisiivet ovat todellisuudessa jäähdytetyt, jolloin turbiinille voidaan tuoda hyvin kuumaa kaasua. Olettamalla, että turbiinille tulevan kaasun lämpötila on 1235°C voidaan laskelmat kuitenkin tehdä aivan kuin turbiini olisi jäähdyttämätön. Turbiinin ekspansiohyötysuhde $\eta_e = 0.90$ ja kompressorin kompressiohyötysuhde $\eta_k = 0.88$. Ilmalle $C_{pmi}^* = 3.5$ ja savukaasuille $C_{pmk}^* = 4.0$. Kompressorille tulevan ilman lämpötila on 15°C ja paine 1 bar.
 - Laske prosessihyötysuhde peruskytkenällä kompressori, palokammio ja turbiini.
 - Paraneeko hyötysuhde jos palokammioon tuleva ilma johdetaan lämmönsiirtimeen jonka toisella puolella virtaa turbiinista poistuva savukaasu?
- Suljetussa säiliössä, jonka tilavuus on 5 m^3 , on 2000 kg vettä ja höyryä paineessa 2 bar. Säiliötä lämmitetään siten että paine säiliössä lämmityksen lopussa on 20 bar. Kuinka paljon säiliöön tuotiin lämpöä ja kuinka paljon vettä höyrystyi?