

Niveau : M1 Propulsion Aéronautique

Durée : 01H30

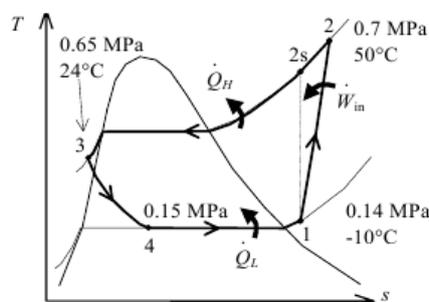
Questions de Cours :

1. Pourquoi doit-on éviter une teneur en eau élevée dans la vapeur au sein d'une turbine ? Quelle est la teneur en eau maximale permise ?
2. Pourquoi le cycle de Carnot n'est-il pas un modèle réaliste pour les centrales thermiques à vapeur ?
3. Pourquoi ne remplace-t-on pas le détendeur par une turbine dans le cycle de réfrigération à compression de vapeur idéal ?
4. Le cycle de réfrigération à compression de vapeur idéal fait-il intervenir des irréversibilités internes ?
5. Qu'est-ce que la pression moyenne effective ?
6. Quelle est la différence entre un moteur à allumage commandé et un moteur à allumage par compression ?

Exercice :

Soit un réfrigérateur qui utilise le R134a comme fluide frigorigène. Le réfrigérant pénètre dans le compresseur sous forme de vapeur surchauffée à 0,14 MPa et à -10°C avec un débit massique de 0,12 kg/s. Il sort du compresseur à 0,7 MPa et à 50°C . Le réfrigérant est refroidi dans le condenseur à 0,65 MPa et à 24°C , puis il est détendu dans le détendeur à 0,15 MPa. Déterminez :

1. La puissance thermique extraite du milieu réfrigéré,
2. La puissance consommée par le compresseur,
3. Le rendement isentropique du compresseur,
4. Le COP du réfrigérateur.



« Les jours se suivent et ne se ressemblent pas »

Pr H.Madani

Corrigé type

Questions de cours (10,00 pts):

1. Car l'humidité excessive de la vapeur provoque l'érosion des aubes de la turbine. La teneur en humidité la plus élevée autorisée est d'environ 10 %. (2,00)
2. Le cycle de Carnot n'est pas un modèle réaliste pour les centrales à vapeur car :
 - Limitation des processus de transfert de chaleur à des systèmes bi-phasiques pour maintenir des évolutions isothermes limite constamment la température maximale qui peut être utilisée dans le cycle, (1,00)
 - La turbine devra manipuler de la vapeur avec une forte teneur en humidité qui provoque l'érosion, (1,00)
 - Il n'est pas normal de concevoir un compresseur qui puisse traiter deux phases. (1,00)
3. Pour que le cycle idéal de réfrigération par compression de vapeur se rapproche davantage du cycle réel. (1,00)
4. Oui, le processus d'étranglement est un processus interne irréversible. (1,00)
5. La PME est la pression fictive qui, si elle était exercée sur le piston pendant toute la course motrice, produirait la même quantité de travail net que celle produite pendant le cycle réel. (1,50)
6. Les moteurs AC et ACC se distinguent par la manière dont la combustion est initiée : par une étincelle dans les moteurs AC, et par la compression de l'air au-dessus du tempérament d'auto-inflammation du carburant dans les moteurs ACC. (1,50)

Exercice (10,00 pts) :

1. From the refrigerant tables

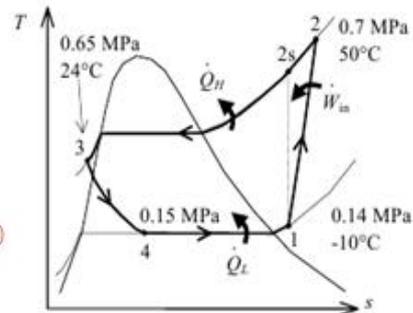
$$\left. \begin{array}{l} P_1 = 0.14 \text{ MPa} \\ T_1 = -10^\circ\text{C} \end{array} \right\} \begin{array}{l} h_1 = 246.36 \text{ kJ/kg} \quad (1,00) \\ s_1 = 0.97236 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} \quad (1,00) \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_2 = 0.7 \text{ MPa} \\ T_2 = 50^\circ\text{C} \end{array} \right\} h_2 = 288.53 \text{ kJ/kg} \quad (1,00)$$

$$\left. \begin{array}{l} P_{2s} = 0.7 \text{ MPa} \\ s_{2s} = s_1 \end{array} \right\} h_{2s} = 281.16 \text{ kJ/kg} \quad (1,00)$$

$$\left. \begin{array}{l} P_3 = 0.65 \text{ MPa} \\ T_3 = 24^\circ\text{C} \end{array} \right\} h_3 = h_f @ 24^\circ\text{C} = 84.98 \text{ kJ/kg} \quad (1,00)$$

$$h_4 \cong h_3 = 84.98 \text{ kJ/kg} \text{ (throttling)} \quad (1,00)$$



Then the rate of heat removal from the refrigerated space and the power input to the compressor are determined from

$$\dot{Q}_L = \dot{m}(h_1 - h_4) = (0.12 \text{ kg/s})(246.36 - 84.98) \text{ kJ/kg} = 19.4 \text{ kW} \quad (1,00)$$

and

$$\dot{W}_{in} = \dot{m}(h_2 - h_1) = (0.12 \text{ kg/s})(288.53 - 246.36) \text{ kJ/kg} = 5.06 \text{ kW} \quad (1,00)$$

2- The adiabatic efficiency of the compressor is determined from

$$\eta_c = \frac{h_{2s} - h_1}{h_2 - h_1} = \frac{281.16 - 246.36}{288.53 - 246.36} = 82.5\% \quad (1,00)$$

3. The COP of the refrigerator is determined from its definition,

$$\text{COP}_R = \frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}_{in}} = \frac{19.4 \text{ kW}}{5.06 \text{ kW}} = 3.83 \quad (1,00)$$