

ANALYSE DU CYCLE THERMODYNAMIQUE DE LA TURBINE A GAZ

On considère l'installation de production d'énergie mécanique composée des éléments suivants :

- un compresseur d'air,
- une chambre de combustion alimentée en air comprimé et en méthane,
- une turbine à gaz alimentée par les gaz de combustion, accouplée par un axe mécanique au compresseur.

Tous ces éléments de l'installation sont supposés adiabatiques et on négligera les variations d'énergie cinétique et potentielle dans les bilans d'énergie.

A l'admission du compresseur (C), l'air entre à une température et une pression égales à $T_1=15^\circ\text{C}$ et $P_1=1$ bar. Le taux de compression est réglé à la valeur $\tau =16$. Le débit massique d'air vaut $\dot{m}=1\text{kg/s}$.

Dans la chambre de combustion on injecte l'air, mais aussi du méthane sous pression ($P_5=20\text{bar}$) avec un débit $\dot{m}_{\text{CH}_4} = 0.02\text{kg/s}$. Cette injection de combustible donne lieu à une combustion avec l'air.

En sortie de la chambre de combustion on récupère des gaz brûlés à la température de fin de combustion $T_3=1200^\circ\text{C}$. La composition de ces gaz brûlés amène à représenter ce mélange gazeux par un gaz parfait équivalent de masse molaire $M=28,6\text{g.mole}^{-1}$ et de rapport des chaleurs massiques $\gamma=1,293$.

A l'échappement de la turbine (T) les gaz brûlés sortent à la pression atmosphérique $P_4=1$ bar.

On prendra pour la constante universelle des gaz parfaits $R=8,315\text{J.mole}^{-1}.\text{K}^{-1}$. On rappelle les valeurs des masses molaires de l'air et du méthane : $M_{\text{air}}=29\text{g.mole}^{-1}$, $M_{\text{CH}_4}=16\text{g.mole}^{-1}$.

1/ question préliminaire

Évaluer la chaleur massique à pression constante C_p du mélange de gaz brûlés.

2/ Compression de l'air

a/ En faisant l'hypothèse d'une compression idéale, calculer la température de l'air en sortie de compresseur T_2 . Quelle serait la puissance W' à fournir au compresseur dans de telles conditions ?

b/ Dans la réalité la transformation n'est pas idéale et on donne le rendement isentropique du compresseur $\eta=0,85$. Quel est la puissance réelle W à fournir à l'air ? Que vaut la température au point 2 notée T_2 ?

3/ Chambre de combustion.

a/ Effectuer le bilan de masse dans la chambre de combustion

b/ Expliquer :

- pourquoi la pression du méthane à injecter doit être supérieure à 16 bar ?.
- pourquoi peut-on considérer que la pression en entrée de la turbine vaut 16 bar ?.

4/ Détente des gaz brûlés

a/ Une mesure de la température en sortie de turbine donne la valeur $T_4=600^\circ\text{C}$. Calculer la puissance réelle délivrée par la turbine.

b Définir un rendement isentropique de la turbine. Le calculer.

5/ Rendement de la turbine à gaz

Définir un rendement global de l'installation, le calculer.

