

13

Analyse du cycle de Linde-Hampson avec pré-refroidissement

Rappels :

Dans le cours précédent, nous avons vu que le pré-refroidissement d'un cycle Simple de Linde – Hampson améliore le rendement en liquide.

- Dans un cycle Linde - Hampson pré-refroidi, un cycle fermé de réfrigération est couplé thermiquement à un cycle simple de Linde - Hampson à travers un échangeur de chaleur à 3 fluides.
- La limite de pré-refroidissement du cycle de pré-refroidissement est limitée par le point d'ébullition du réfrigérant à sa pression d'aspiration.

Du cours dernier, nous avons vu que le rendement d'un cycle pré-refroidi était supérieur à celui du cycle simple.

- Le rendement maximal du liquide dans le cycle pré-refroidi se produit, lorsque l'efficacité de l'échangeur de chaleur à 3 - fluide est de 100%.

$$y_{\max} = \frac{h_6 - h_3}{h_6 - h_f}$$

- Dans l'équation ci-dessus, les valeurs de h_6 et de h_3 sont évaluées au point d'ébullition du réfrigérant.

Sujet :

Effets des paramètres du cycle pré-refroidi sur les caractéristiques du cycle.

- Effet du rapport de masse r ,
- Rendement en fonction du rapport de masse r ,
- travail en fonction du rapport de masse r ,
- FOM en fonction rapport de masse r .

Le travail nécessaire pour un cycle de Linde Hampson pré-refroidi est donné par :

$$-\frac{W_c}{\dot{m}} = \left(T_1 (s_1 - s_2) - (h_1 - h_2) \right) + r (h_{b,r} - h_{a,r})$$

- Le premier terme est le travail nécessaire dans un cycle simple de Linde - Hampson.
- Le deuxième terme exprime le travail supplémentaire requis pour pré-refroidir le cycle.

Le rendement d'un cycle de Linde-Hampson pré-refroidi est donné par l'expression ci-dessous.

$$y = \frac{\dot{m}_f}{\dot{m}} = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_f} + r \left(\frac{h_{a,r} - h_{d,r}}{h_1 - h_f} \right)$$

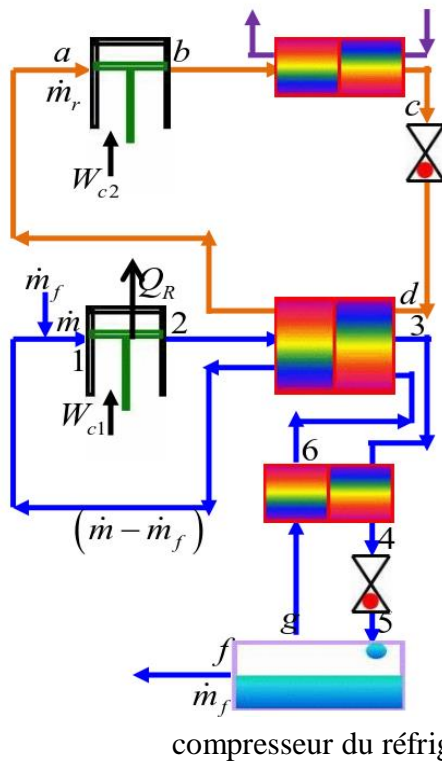
- Où, le rapport de masse " r " est donné par :

$$\frac{\dot{m}_r}{\dot{m}} = r$$

- Le premier terme de l'expression ci-dessus est le rendement pour un cycle simple de Linde - Hampson.
- Le deuxième terme est le rendement supplémentaire survenant en raison du pré-refroidissement du cycle Simple.
- Ce rendement supplémentaire est dépendant de " r " et des enthalpies " h_d " et " h_a " :

$$y = \frac{\dot{m}_f}{\dot{m}} = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_f} + r \left(\frac{h_{a,r} - h_{d,r}}{h_1 - h_f} \right) \quad \frac{\dot{m}_r}{\dot{m}} = r$$

- Donc de la variation des valeurs d'enthalpie de ($h_a - h_d$) du réfrigérant.
- Du débit du fluide frigorigène (\dot{m}_r) au travers de l'échangeur de chaleur à trois voies.
- D'après les équations ci-dessus, il est clair que la fraction liquéfiée et le travail nécessaire dépendent des paramètres comme le débit de réfrigérant (\dot{m}_r), de la pression de compression et de la température de pré-refroidissement.
- En faisant varier ces paramètres, les performances de ce cycle peuvent être optimisées.



- Il est donc nécessaire d'étudier l'effet des divers paramètres sur les performances du cycle pour une conception appropriée.
- Le paramètre qui est d'une grande importance est le rapport massique du réfrigérant r .
- L'état du fluide de travail entrant dans le compresseur de réfrigération est très important.
- Soit la chaleur transférée par le réfrigérant donnée par : $Q_{ref} = r (h_{r,d} - h_{r,a})$.
- De même, la chaleur échangée nécessaire pour le cycle de Linde - Hampson est notée Q_{LHS} .
- Les valeurs relatives de Q_{ref} et de Q_{LHS} déterminent l'état du réfrigérant au point a , entrée du compresseur du réfrigérant.

1	$Q_{ref} < Q_{LHS}$
2	$Q_{ref} = Q_{LHS}$
3	$Q_{ref} > Q_{LHS}$

- Dans le 1^{er} cas, la valeur de T_3 ne serait pas égale à T_d .
- Le 2^{ème} cas est la condition pour atteindre y_{max} .
- lorsque $Q_{ref} > Q_{LHS}$ au 3^{ème} cas, du liquide entrerait dans le compresseur du cycle de réfrigération (ce qui n'est pas recommandé).
- Donc tout excès de débit de réfrigérant que nécessaire, résultera dans un excès de teneur en chaleur disponible.
- En conséquence, l'état de fluide au point a sera un mélange bi-phasique liquide/vapeur défavorable.
- D'où, pour des conditions d'exploitation, il existe un r optimal.