

Chapitre 1 : Rappels des notions essentielles de Turbomachines 1

1.1 Rappels généralités sur les turbomachines

1.1.1 Equation de l'énergie :

Pour une turbomachine l'équation de l'énergie qui traduit le 1^{er} principe de thermodynamique pour une unité de masse entre l'entrée (e) et la sortie (s) est donnée par :

Cas d' un fluide incompressible

$$W_T = \frac{P_s - P_e}{\rho} + \frac{1}{2}(C_s^2 - C_e^2)$$

Cas d'un fluide compressible

$$W_T + Q_{es} = H_s - H_e + \frac{1}{2}(C_s^2 - C_e^2)$$

1.1.2 Equation d'Euler :

Cas d'une roue axiale :

$$W_{es} = U(C_{su} - C_{eu})$$

C'est l'équation d'Euler appliquée à une turbo machine à passage axiale

Cas d'une roue radiale :

$$W_{es} = U_s C_{su} - U_e C_{eu}$$

C'est l'équation d'Euler appliquée à une turbo machine à passage radial

1.1.3 Performances d'une turbomachine :

Hauteur de charge : $H = \frac{W_{es}}{g}$

Puissance : $P = q_m \cdot W_{es}$

Couple mécanique : $C = \frac{P}{\omega}$

Rendements : η

On doit en réalité tenir compte du fait qu'il existe un travail réel pour une turbo machine donnée qui soit inférieur ou supérieur au travail théorique (réceptrice ou motrice). Cela nous permet d'introduire un rendement caractérisant les pertes dans une turbomachine parmi lesquelles en cite : Les pertes par frottements visqueux, les pertes par chocs et les pertes mécaniques d'où les trois rendements isentropique, volumétrique et mécanique.

1.1.4 Degré de réaction :

Le degré de réaction permet de distinguer si la turbo machine est à action ou à réaction.

$$\sigma = \frac{H_s - H_e}{H_{ts} - H_{te}} \rightarrow \text{Turbo machine à fluide compressible}$$

1.2 Rappels de similitude des turbomachines

Analyse dimensionnelle

L'analyse dimensionnelle est une méthode qui permet de représenter une fonction représentant l'une des caractéristiques d'une turbomachine. On utilise des groupements sans dimensions déterminés en utilisant les unités fondamentales au nombre de trois en mécanique M (masse), L (longueur) et t (temps). En cinétique le nombre des unités fondamentales est $m = 2$ (L, T). En dynamique le nombre des unités fondamentales est $m = 3$ (M, L, T).

Théorème π (Vachy Buckingham) :

<<Si les caractéristiques d'une turbomachine représentés par une fonction de n variables indépendantes et qu'il existe m unités fondamentales, on peut obtenir n-m groupements sans dimensions qui représentent alors le système>>.

1.2.1 Les groupements sans dimensions π sont données par:

$$\begin{aligned}\pi_1 &= \frac{W_{es}}{\omega^2 r^2} \\ \pi_2 &= \frac{q_v}{\omega r^3} \\ \pi_3 &= \rho \frac{\omega r^2}{\mu} = \frac{\omega r^2}{\nu} \\ \pi_4 &= \frac{P}{\rho \omega^3 r^5}, \\ \pi_5 &= \frac{C}{\rho \omega^2 r^5} \\ \pi_6 &= \eta\end{aligned}$$

1.2.2 Invariants de Râteau ou coefficients de Râteau :

Les termes π_1, π_2 et π_4 représentent des Coefficient appelés coefficients de Râteau :

✚ Le coefficient manométrique $\mu_R = \pi_1 = \frac{W_{es}}{r^2 \omega^2}$

✚ Le coefficient de débit : $\delta_R = \pi_2 = \frac{q_v}{\omega r^3}$

✚ Le coefficient de puissance : $\tau_R = \pi_4 = \frac{P}{\rho \omega^3 r^5}$

A cela il peut y avoir les deux autres coefficients représentant le couple et la rendement.

1.2.3 Nombre de tours spécifique (N_s) ou vitesse spécifique (ω_s) :

Le membre de tours spécifique (N_s) ou la vitesse spécifique (ω_s) est une quantité dimensionnel (tr/min) ou (rad/min) mais assez puissante pour être un paramètre de comparaison entre les turbomachines semblables.

On utilisera μ_R, δ_R on trouve
$$\omega_s = \frac{\omega \sqrt{q_v}}{H^{\frac{3}{4}}}$$

Enfin chaque famille de turbomachine à la même valeur de nombre de tours spécifique ou vitesse spécifique. On choisi une turbo machine en fonction de la valeur de la vitesse spécifique, on utilisant l'échelle ci dessous.

ω_s								
0.05	0.10	0.20	0.5	1	2	5	10	20
Turbine Pelton Simple jet			Turbine Francis Lentes			Kaplan Rapides		
	Turbine Pelton Multi jets							
		Pompes						
		Centrifuges	mixtes	axiales				
		Ventilateurs et Compresseurs Radiaux						
						Ventilateurs et Compresseurs Axiaux		
Turbine à action	Turbine à réaction							
	A vapeur et à gaz							