

ENUNCIADO EJERCICIO 08

Se considera un escalón intermedio de una turbina axial de reacción de muchos escalones. El grado de reacción es del 50%.

Las condiciones del vapor a la entrada del escalón considerado son 2 bar y 200°C.

La velocidad de entrada al escalón (C_0) se considerará despreciable frente a la de salida del estator (C_1)

La presión a la salida de la corona de álabes fijos (estator) es 1 bar

El rendimiento isoentrópico en el estator es 0,85

El ángulo de salida de la corona de álabes fijos es $\alpha_1=20^\circ$.

El escalón se encuentra funcionando en las condiciones de máximo rendimiento

Se pide

- 1 - Estado del vapor a la entrada del rotor
- 2 - Angulo de salida de los álabes móviles
- 3 - Siendo, a la entrada del rotor, la sección útil de paso del vapor, perpendicular al eje, 0,46 m² . Hallar el gasto de vapor
- 4 - Potencia del escalón considerado

RESOLUCION

DATOS

Condiciones de entrada del fluido en el estator

$$t_0 = 200 \text{ [C]}$$

$$P_0 = 2 \text{ [bar]}$$

1) Estado del vapor a la entrada del rotor

Entalpía y Entropía a la entrada del estator

$$h_0 = h \left[\text{water ; } T=t_0 ; P=P_0 \right]$$

$$s_0 = s \left[\text{water ; } T=t_0 ; P=P_0 \right]$$

Punto 1 = isoentrópico de punto 0

Expandemos isoentrópicamente del pto. 0 a isóbara $P_1 = 1 \text{ bar}$

$$P_1 = 1 \text{ [bar]}$$

$$S_1 = s_0$$

$$h_1 = h \left[\text{water ; } P=P_1 ; s=S_1 \right]$$

$$t_1 = T \left[\text{water ; } P=P_1 ; s=S_1 \right]$$

Rendimiento isoentrópico

$$\eta_{\text{iso}} = 0,85$$

$$\eta_{\text{iso}} = \frac{h_0 - h_2}{h_0 - h_1}$$

$$P_2 = P_1$$

$$t_2 = T \left[\text{water ; } P=P_2 ; h=h_2 \right]$$

$$s_2 = s \left[\text{water ; } T=t_2 ; P=P_2 \right]$$

$$v_2 = v \left[\text{water ; } T=t_2 ; P=P_2 \right]$$

2) Ángulo de salida de los álabes móviles

$$\alpha_1 = 20 \text{ [deg]}$$

Es una turbina de reacción con $R = 0.5$. Trabaja en zona de máximo rendimiento, por consiguiente los 2 triángulos forman un rectángulo.

$$\alpha_2 = 90 \text{ [deg]}$$

$$\beta_1 = \alpha_2$$

Ángulo de salida

$$\beta_2 = \alpha_1$$

3) Hallar el gasto de vapor a la entrada del rotor

$$\Omega = 0,46 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$C_0 = 0 \text{ [m/sec]}$$

$$h_0 \cdot \left| 1000 \cdot \frac{(\text{m/sec})^2}{\text{kJ/kg}} \right| + \frac{C_0^2}{2} = h_2 \cdot \left| 1000 \cdot \frac{(\text{m/sec})^2}{\text{kJ/kg}} \right| + \frac{c_2^2}{2}$$

Hay que emplear la velocidad axial

$$C_{1a} = c_2 \cdot \sin [\alpha_1]$$

$$G_v = C_{1a} \cdot \frac{\Omega}{v_2}$$

4) Potencia del escalón considerada

$$u = c_2 \cdot \cos [\alpha_1]$$

$$N_u = G_v \cdot u \cdot c_2 \cdot \cos [\alpha_1] \cdot \left| 0,001 \cdot \frac{\text{kW}}{\text{W}} \right|$$

RESOLUCIÓN EN EES

"DATOS"

"Condiciones de entrada del fluido en el estator"

$$t[0] = 200 \text{ [C]}$$

$$P[0] = 2 \text{ [bar]}$$

"1) Estado del vapor a la entrada del rotor "

"Entalpía y Entropía a la entrada del estátor"

$$h[0]=\text{Enthalpy}(\text{Water};t=t[0];P=P[0])$$

$$s[0]=\text{Entropy}(\text{Water};t=t[0];P=P[0])$$

"Punto 1 = isoentrópico de punto 0"

"Expandemos isoentrópicamente del punto 0 a la isóbara de $P_1 = 1 \text{ bar}$ "

$$P[1] = 1 \text{ [bar]}$$

$$S[1] = S[0]$$

$$h[1] = \text{Enthalpy}(\text{Water}; P=P[1]; S =S[1])$$

$$t[1]=\text{Temperature}(\text{Water};P=P[1];S=S[1])$$

"Rendimiento isoentrópico"

$$\text{eta_iso} = 0,85$$

$$\text{eta_iso} = (h[0] - h[2]) / (h[0] - h[1])$$

$$P[2] = P[1]$$

$$t[2]=\text{Temperature}(\text{Water};P=P[2];h=h[2])$$

$$s[2]=\text{Entropy}(\text{Water};t=t[2];P=P[2])$$

$$v[2] = \text{Volume}(\text{Water};t=t[2];P=P[2])$$

"2) Ángulo de salida de los álabes móviles"

$$\text{alpha_1} = 20 \text{ [deg]}$$

"Es una turbina de reacción con $R = 0.5$. Trabaja en zona de máximo rendimiento, por consiguiente los 2 triángulos forman un rectángulo."

$$\text{alpha_2} = 90 \text{ [deg]}$$

$$\text{beta_1} = \text{alpha_2}$$

$$\text{beta_2} = \text{alpha_1}$$

"Ángulo de salida"

"3) Hallar el gasto de vapor a la entrada del rotor"

$$\text{OMEGA} = 0,46 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$C[0] = 0 \text{ [m/sec]}$$

$$h[0] * \text{Convert}(\text{kJ/kg}; (\text{m/sec})^2) + C[0]^2/2 = h[2] * \text{Convert}(\text{kJ/kg}; (\text{m/sec})^2) + c[2]^2/2$$

$$C_{1a} = C[2] * \sin(\text{alpha_1})$$

"Hay que emplear la velocidad axial"

$$G_v = C_{1a} * \text{OMEGA} / v[2]$$

"4) Potencia del escalón considerada"

$$u = C[2] * \cos(\alpha_1)$$

$$N_u = G_v * u * (C[2] * \cos(\alpha_1)) * \text{convert}(W;kW)$$

SOLUCION

$\alpha_1=20$ [deg]

$\alpha_2=90$ [deg]

$\beta_1=90$ [deg]

$\beta_2=20$ [deg]

$C_{1a}=165,7$ [m/sec]

$\eta_{iso}=0,85$

$G_v=40,53$ [kg/sec]

$N_u=8399$ [kW]

$\Omega=0,46$ [m²]

$u=455,2$ [m/sec]

	h[i]	P[i]	t[i]	s[i]	v[i]	C[i]
PUNTOS	[kJ/kg]	[bar]	[C]	[kJ/kg-C]	[m³/kg]	[m/sec]
[1]	2870	2	200	7,506		0
[2]	2732	1	127,8	7,506		
[3]	2753	1	138,2	7,557	1,88	484,4