

BORREROZ Juan

Lep: 18567

Filell

Por una turbina adiabática fluye vapor de modo permanente y estable. Las condiciones de entrada del vapor son 10 MPa, 500 °C y 100 m/s y la de salida son 7,5 kPa, la calidad de 95% y 70 m/s. El flujo volumétrico de vapor a la entrada es de 0,36 m³/s.

a) Caracterizar estado, límite y transformación ^{y proceso.} (10)

b) \dot{m} .? (10)

c) A_1 y A_2 .? (20)

d) Δec [kJ/kg] (10)

e) Δh [kJ/kg] (20)

f) \dot{W}_s [MW] (20)

g) Representar en un $T-v$ (10).

Problema

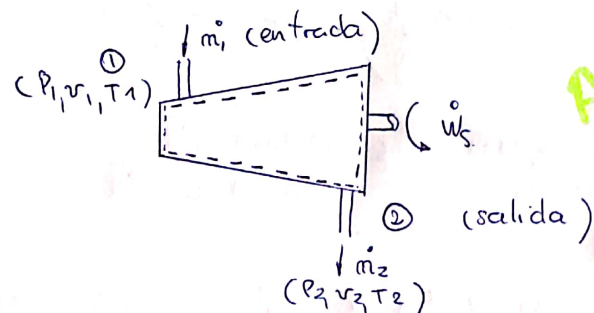
BORRERO Juan
Leg: 13567
Free

①

a) Sistema: Volumen de control, químico, ~~multi~~ monocomponente (agua).
real (utilizaré tablas de propiedades para el agua), en principio es homogéneo a la entrada y heterogéneo a la salida.

Límites: reales/imaginarios, adiabáticos, fijos y rígidos.

Transformación: S.A.R.E, ideal, transformación abierta.



b) Tenemos por balance de masa en un S.A.R.E:

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \dot{m}$$

En ①: $\dot{m}_1 = \frac{\dot{V}_1}{v_1}$ obtenemos v_1 para las condiciones del estado ① ($P = 10 \text{ MPa}$ y $T = 500^\circ\text{C}$) de la TABLA A-6 para vapor sobrecalentado de agua.

$$v_1 = 0,032811 \text{ m}^3/\text{kg} \quad (\text{lectura directa}).$$

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \dot{m} = \frac{0,36 \text{ m}^3/\text{s}}{0,032811 \text{ m}^3/\text{kg}} = 10,972 \text{ kg/s} \quad (A)$$

c) Tenemos $\dot{V}_1 = c_1 \cdot A_1$, donde c_1 es la velocidad del flujo en ①.

$$\text{Luego: } \frac{\dot{V}_1}{A_1} = c_1 = \frac{0,36 \text{ m}^3/\text{s}}{100 \text{ m/s}} = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$3,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \frac{10^4 \text{ cm}^2}{1 \text{ m}^2} = 36 \text{ cm}^2$$

Tenemos en ②:

$$\dot{m}_2 = \dot{m} = \frac{c_2 A_2}{v_2} \Rightarrow \frac{\dot{m} v_2}{c_2} = A_2$$

Borja E. Z. Juan
Leg. 13567
FCCU

(2)

obtenemos v_2 de la tabla A-5 para agua saturada.

$v_2 = x_2 \cdot v_{fg} + v_f$; donde $v_{fg} = v_g - v_f$ y v_g y v_f son los volúmenes específicos del vapor saturado y el líquido saturado a la presión de saturación $P_{sat} = 7,5 \text{ kPa}$ respectivamente

$v_f = 0,001008 \text{ m}^3/\text{kg}$
 $v_g = 19,233 \text{ m}^3/\text{kg}$ } lectura directa.

PROBLEMA

$$v_2 = 0,95 \cdot (19,233 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} - 0,001008 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}) + 0,001008 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$v_2 = 18,2714 \text{ m}^3/\text{kg} \quad (b)$$

luego: $A_2 = \frac{10,972 \text{ kg/s} \cdot 18,2714 \text{ m}^3/\text{kg}}{70 \text{ m/s}} = \frac{2,864 \text{ m}^2}{28,64 \cdot 10^3 \text{ cm}^2} \quad (c)$

(d)

~~$\Delta ec = \dots$~~ $\Delta ec = \dots$

$$\Delta ec = \frac{C_2^2 - C_1^2}{2} = \frac{(70 \text{ m/s})^2 - (100 \text{ m/s})^2}{2} = -2550 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot \frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ J}}$$

$$\Delta ec = -2,55 \text{ kJ/kg}$$

(e) $\Delta h = h_2 - h_1$

obtenemos h_1 de la TABLA A-6 para los datos del estado (1).

$h_1 = 3375,1 \text{ kJ/kg}$ (lectura directa)

$h_2 = x_2 \cdot h_{fg} + h_f \rightarrow h_f$ y h_{fg} obtenidos de TABLA A-5.
para $P_{sat} = 7,5 \text{ kPa}$.

$$h_2 = 0,95 \cdot 2405,3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 168,75 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 2453,785 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta h = h_2 - h_1 = 2453,785 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 3375,1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = -921,315 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

(f)

Consideremos el balance de energía para un ~~serie~~ ^{SARE} de ~~una~~ ^{una} corriente

$$\dot{m} (\Delta h + \Delta ec + \Delta ep) = \dot{Q} - \dot{W}_s$$

donde despreciamos Δep y $\dot{Q} = 0$ dado que la turbina es adiabática.

BORQUEZ Juan
Leg: 18567
[Signature]

3

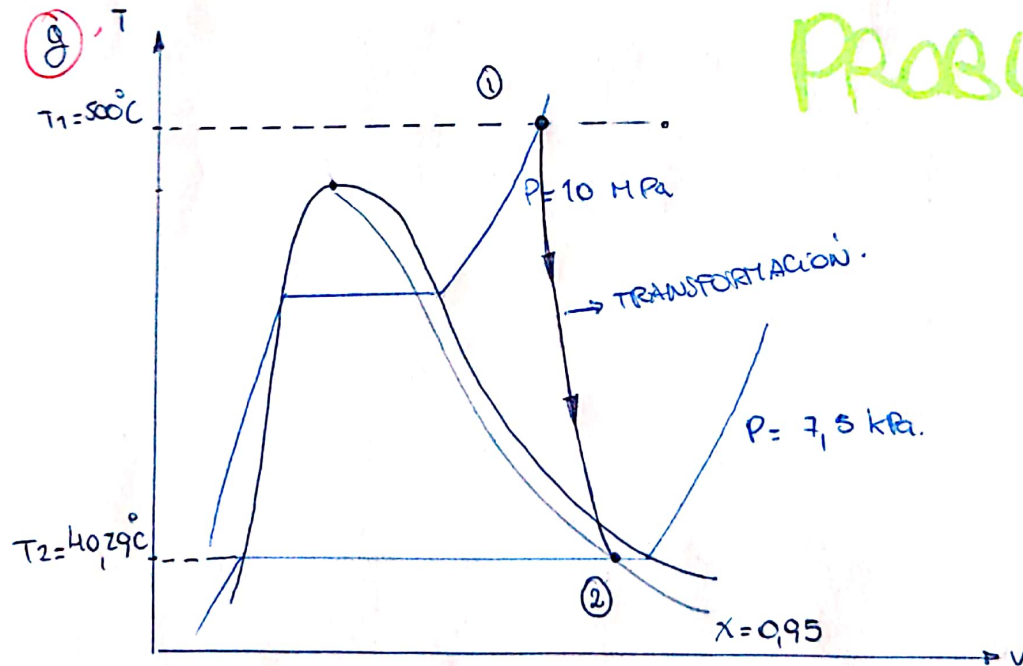
Luego: $\dot{W}_S = -\dot{m} (4h + \Delta ec)$

$$\dot{W}_S = - 10,972 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot \left(- 921,315 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 2,55 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right)$$

~~$$\dot{W}_S = 10186,6 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}$$~~
~~$$= 1000 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}$$~~

$$\dot{W}_S = 10186,6 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} = 10186,6 \text{ kW} \cdot \frac{1 \text{ MW}}{1000 \text{ kW}} = \boxed{10,14 \text{ MW}}$$

PROBLEMA



En realidad la trayectoria de la transformación no es como una curva pero trazamos una representación esquemática.