

ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL CICLO DE RANKINE IDEAL

Los cuatro componentes asociados con el ciclo Rankine (la bomba, la caldera, la turbina y el condensador) son dispositivos de flujo constante y, por lo tanto, los cuatro procesos que componen el ciclo de Rankine se pueden analizar como procesos de flujo constante. Los cambios de energía cinética y potencial del vapor suelen ser pequeños en relación con los términos de trabajo y transferencia de calor y, por lo tanto, generalmente se ignoran. Entonces, la ecuación de energía de flujo estable por unidad de masa de vapor se reduce a:

$$(q_{in} - q_{out}) + (w_{in} - w_{out}) = h_e - h_i \left(\frac{kJ}{kg} \right) \quad (1)$$

La caldera y el condensador no implican ningún trabajo, y se supone que la bomba y la turbina son isentrópicas. Entonces, la relación de conservación de energía para cada dispositivo se puede expresar de la siguiente manera:

$$\text{Bomba } (q=0): \quad w_{pump,in} = h_2 - h_1 \quad (2)$$

$$\text{O,} \quad w_{pump,in} = v(P_2 - P_1) \quad (3)$$

Donde $h_1 = h_{f@P_1}$ y $v \approx v_1 = v_{f@P_1}$

Para el calentador ($w = 0$):

$$q_{in} = h_3 - h_2$$

Para la turbina ($q=0$):

$$w_{turb,out} = h_3 - h_4$$

Para el condensador ($w=0$):

$$q_{in} = h_4 - h_1$$

La eficiencia térmica del ciclo Rankine se determina a partir de:

$$\eta_{th} = \frac{w_{net}}{q_{in}} = 1 - \frac{q_{out}}{q_{in}}$$

Donde:

$$w_{net} = q_{in} - q_{out} = w_{turb,out} - w_{pump,in}$$

La eficiencia de conversión de las centrales eléctricas en los Estados Unidos a menudo se expresa en términos de tasa de calor (Heat rate), que es la cantidad de calor suministrada, en Btu, para generar 1 kWh de electricidad. Cuanto menor sea la tasa de calor, mayor será la eficiencia. Considerando que 1 kWh = 3412 Btu y sin tener en cuenta las pérdidas asociadas con la conversión de la potencia del eje en energía eléctrica, la relación entre la tasa de calor y la eficiencia térmica se puede expresar como:

$$\eta_{th} = \frac{3412 \frac{Btu}{kWh}}{Heat Rate}$$

Por ejemplo, una tasa de calor de 11,363 Btu / kWh equivale a una eficiencia del 30 %. La eficiencia térmica también se puede interpretar como la relación entre el área encerrada por el ciclo en un diagrama T-s y el área bajo el proceso de adición de calor. El uso de estas relaciones se ilustra en el siguiente ejemplo.

Referencia:

Çengel, Y. A., & Boles, M. A. (2009). *Termodinámica* (M. Á. T. Castellanos (ed.); Sexta). McGraw-Hill.