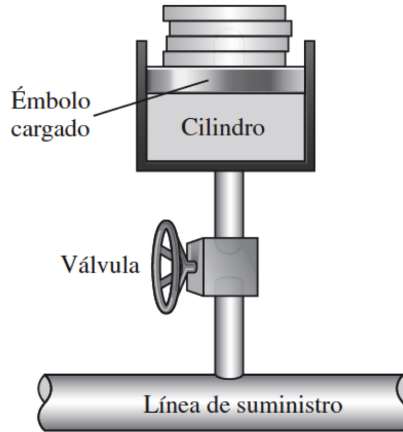


Problema

El émbolo con carga que se muestra en la figura, permite mantener la presión del sistema pistón-cilindro constante, con un valor de 1600 kPa. Inicialmente el sistema no contiene masa. La válvula que conecta al sistema con la línea de alimentación de vapor se abre y permite que el vapor fluya en el cilindro hasta que alcanza un volumen de 0.3 m³. Este proceso es adiabático y el vapor al interior de la línea de alimentación permanece a 2000 kPa y 225 °C.

Determine, la temperatura final del vapor (y su calidad si es apropiado) en el cilindro y el trabajo total realizado al llenar el dispositivo.



Solución

Considerando el volumen de control al sistema pistón-cilindro procederemos a realizar el balance de masa.

$$m_i - m_e = m_2 - m_1$$

Considerando que inicialmente el cilindro no posee masa y el sistema no pierde vapor, la ecuación anterior puede ser escrita como:

$$m_i = m_2 \quad (1)$$

Donde m_i es la masa que entra al sistema, y m_2 es la masa final del sistema.

Por otra parte, el balance de energía para este tipo de sistemas es:

$$E_{\text{in}} - E_{\text{out}} = \Delta E_{\text{sistema}}$$

Luego, considerando que todo el proceso adiabático y que los cambios de energía cinética y potencial son despreciables, la ecuación anterior pasa a ser:

$$m_i h_i - W_{\text{out}} = m_2 u_2 \quad (2)$$

Ahora, el trabajo que aparece en la ecuación anterior corresponde al trabajo realizado por el sistema al llenar el cilindro de vapor. Este proceso al ser realizado a presión constante gracias al émbolo cargado, permite calcular de forma directa el trabajo, obteniendo como resultado:

$$W = PV_2 = 1600 \text{ kPa} \cdot 0,3 \text{ m}^3 = 480 \text{ kJ}$$

La ecuación anterior puede ser escrita como:

$$W = Pm_2\nu_2 \quad (3)$$

Reemplazado la ecuación ?? y ?? en ??, se obtiene que:

$$h_i - P\nu_2 = u_2$$

Reordenando los terminos se obtien:

$$h_i = u_2 + P\nu_2 \quad (4)$$

Es posible observar que el termino completo de la derecha, corresponde a la entalpía final del sistema. Entonces:

$$h_i = h_2 \quad (5)$$

A partir de la tabla A-6, es posible determinar la entalpía de entrada de vapor considerando que la presión en la línea de alimentación es 2000 kPa y la temperatura es 225 °C. $h_i=2836.1 \text{ kJ/kg} = h_2$. Donde esta última corresponde al valor de la entalpía cuando la presión tiene un valor de 1600 kPa. De la tabla A-6 es posible observar que no es posible encontrar el valor exacto de la temperatura para este valor de entalpía, por ende, extrapolando los datos entre las temperaturas 225 ° y 250 ° se obtiene que la temperatura final del sistema es 212.7 °C.

Finalmente, a esta temperatura, el vapor sigue siendo un vapor sobrecalentado, por lo tanto no posee calidad.