



ตัวอย่างการคำนวณ

1. น้ำร้อนที่ได้จากแผงโซลาร์เพนโทนแผงโซลาร์เพนโทน ใช้แผ่นเหล็กเป็นวัสดุสะท้อนรังสี หนา (δ_{steel}) 0.001 m โดยมีพื้นที่ (A_C) เป็น $1.00 \times 2.00 \text{ m}^2$ และพื้นที่รับรังสี (A_r) เป็น $0.8 \times 1.86 \text{ m}^2$ โดยใช้ท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (D_o) 0.0127 m เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (D_i) 0.0107 m

จำนวน 21 แถวแต่ละแถวยาว (l) 0.70 m วางห่างกัน (w) 0.10 m มีอัตราการไหลของน้ำ (\dot{m}) 0.04 kg/s ซึ่งคุณสมบัติต่างๆ ของแผงแบบโซลาร์เพนโทนมีรายละเอียดดังนี้

- ค่าการแผ่รังสี (ϵ_{Steel}) = 0.26

- ผลคูณค่าการส่งผ่านและการดูดกลืน ($\tau\alpha$) = 0.56

- ค่าการนำความร้อนของเหล็ก (K_f) = 41 W/mK

- $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$

- ค่าสภาพการนำความร้อนของท่อทองแดง (K_C) = 385 W/mK

ข้อมูลที่วัดจริงเวลา 11.29 น.

$$I_t = 888.31 \text{ J/mim. m}^2 \quad T_{\text{Steel}} = 40^\circ\text{C} \quad T_{\text{atm}} = 31.60^\circ\text{C} \quad T_{\text{fi}} = 35.10^\circ\text{C} \quad T_{\text{fo}} = 39^\circ\text{C}$$

- ส.ป.ส การพาความร้อนโดยลมจากผิวแผงสู่สิ่งแวดล้อม

$$h_{\text{ct}} = 2.8 + 3v$$

เมื่อ v = ความเร็วลมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 m/s

$$h_{\text{ct}} = 15.16 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- ส.ป.ส การแผ่ความร้อนโดยลมจากผิวแผงสู่สิ่งแวดล้อม

$$h_{rt} = \epsilon_{\text{Steel}} \sigma (T_{\text{steel}}^2 + T_{\text{Sky}}^2)(T_{\text{steel}} + T_{\text{Sky}})$$

$$\text{เมื่อ } T_{\text{Sky}} = 0.552T_{\text{atm}}^{1.5} = 0.552(304.6)^{1.5} = 293.45 \text{ K}$$

$$\text{ดังนั้น } h_{rt} = 0.26 \times 5.67 \times 10^{-8} \times (313^2 + 293.45^2)(313 + 293.45) = 1.64574 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- ส.ป.ส การถ่ายโอนความร้อนรวม

$$U_L = U_t + U_b$$

$$\text{เมื่อ } U_t = h_{ct} + h_{rt} = 15.16 + 1.64574 = 16.8057 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_b = h_{cb} + h_{rb} = 0 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ เนื่องจากด้านหลังแผงมีการติดฉนวนความร้อน}$$

$$\text{ดังนั้น } U_L = U_t = 16.8057 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- ส.ป.ส การพาความร้อนภายในท่อ

$$h_{fi} = \frac{1.86 \text{Re}^{1/3} \text{Pr}^{1/3} \left(\frac{D_{hi}}{L}\right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0.14} k_f}{D_{hi}}, \text{ Re} < 2300 \text{ และ } Gz > 10$$

เมื่อ เส้นผ่านศูนย์กลางไฮดรอลิก (D_{hi}) = 4 (พื้นที่หน้าตัดท่อ/เส้นรอบรูปของท่อ)

$$= 4 \left[\frac{\pi D^2}{D + \pi D / 2} \right]$$

$$D_{hi} = 4 \left[\frac{(3.14 \times 0.0107^2)}{(0.0107 + (3.14 \times 0.0107 / 2))} \right] = 0.0523029 \text{ m}$$

$$D_{ho} = 4 \left[\frac{(3.14 \times 0.0127^2)}{(0.0127 + (3.14 \times 0.0127 / 2))} \right] = 0.062079 \text{ m}$$

$$\mu = 0.3566 e^{-0.02T_{fi}} = 0.3566 e^{(-0.02 \times 308)} = 0.00751725 \text{ kg/m.s}$$

$$\mu_w \text{ (ได้จากการเปิดตารางคุณสมบัติของน้ำอิมิตัวที่ } T_{fi} = 308 \text{ K} = 0.00725 \text{ kg/m.s)}$$

$$\text{Re} = \frac{4 \dot{m}}{\pi D_{ho} \mu} = \frac{4 \times 0.04}{3.14 \times 0.062 \times 0.0075} = 1091.35$$

สำหรับการไหลแบบราบเรียบ,

$$290 K < T_{fi} < 340 K$$

$$Pr = 0.0022T_{fi}^2 - 1.4762T_{fi} + 250.74 = 0.0022(308^2) - 1.4762(308) + 250.74 = 4.75912$$

$$C_{pw} = 0.0199T_{fi}^2 - 12.566_{fi} + 6150.3 = 0.0199(308^2) - 12.556(308) + 6150.3 = 4167.74 J / kg.K$$

$$k_f = 0.47061 \ln T_{fi} - 2.0745 = 0.47061 \ln(308) - 2.0745 = 0.622295 W / m.K$$

ดังนั้น

แฟกเตอร์การนำความร้อนมาใช้

$$F_R = F_1 F_3 F_5 \left\{ \frac{2F_4}{F_6 \exp\left[-(1-F_2^2)^{1/2} / F_3\right] + F_5} \right\}$$

เมื่อสภาพการนำความร้อนของแผงกับท่อ

$$K = \frac{(k_t \delta U_L)^{1/2}}{\sinh\left[(W - D_{ho})(U_L / k_t \delta)^{1/2}\right]} = \frac{(41 \times 0.001 \times 16.803)^{1/2}}{\sinh(0.1 - 0.062)(16.803 / 41 \times 0.001)^{1/2}} = 0.981861 W / m.K$$

ความหนาเฉลี่ยของรอยต่อระหว่างแผงกับท่อ

$$\gamma = -2 \cosh\left[(W - D_{ho})(U_L / k_t \delta)^{1/2}\right] - \frac{D_{ho} U_L}{K}$$

$$\gamma = -2 \cosh\left[(0.1 - 0.062)(16.803 / 41 \times 0.001)^{1/2}\right] - \frac{0.062 \times 16.803}{0.73922} = -3.68151 m$$

ค่าความต้านทานการถ่ายโอนความร้อน

$$h_{fi} = \frac{1.86(1091.35^{1/3})(4.75912^{1/3}) \left(\frac{0.052329}{0.7}\right)^{1/3} \left(\frac{0.00075172}{0.000725}\right)^{0.14} (0.622295)}{R = \frac{1}{C_b} + \frac{1}{\pi D_{hi} h_{fi}} = \frac{0.0523029}{\pi \times 0.523029 \times 162.24} = 0.0375117 mK / W, C_b = 0} = 162.24 W / m^2 K$$

แฟกเตอร์สำหรับท่อคดเคี้ยวแบบเซอร์เพนไทน์

$$F_1 = \frac{K}{U_L W} x \frac{KR(1+\gamma)^2 - 1 - \gamma - KR}{[KR(1+\gamma) - 1]^2 - (KR)^2}$$

$$F_1 = \frac{0.981861}{16.803 \times 0.1} x \frac{0.981861 \times 0.0375117 (1 + (-3.68151))^2 - 1 - (-3.68151) - 0.981861 \times 0.0375117}{[0.981861 \times 0.0375117 (1 + (-3.68151)) - 1]^2 - (0.981861 \times 0.0375117)^2} = 1.40959$$

$$F_2 = \frac{1}{KR(1+\gamma)^2 - 1 - \gamma - KR} = 0.3437$$

$$F_3 = \frac{m}{F_1 U_L A_c} = \frac{0.04}{1.40959 \times 16.803 \times 2} = 3.51868$$

$$F_4 = \left(\frac{1 - F_2^2}{F_2^2} \right)^{1/2} = \left(\frac{1 - 0.292^2}{0.292^2} \right)^{1/2} = 2.73227$$

$$F_5 = \frac{1}{F_2} + F_4 - 1 = \left(\frac{1}{0.292028} + (2.73227) - 1 \right) = 4.64179$$

$$F_6 = 1 - \frac{1}{F_2} + F_4 = 1 - \frac{1}{F_2} + F_4 = 0.822751$$

$$\text{ดังนั้น } F_R = F_1 F_3 F_5 \left\{ \frac{2F_4}{F_6 \exp[-(1 - F_2^2)^{1/2} / F_3] + F_5} \right\} = 0.841635$$

-พลังงานความร้อนที่นำไปใช้ประโยชน์

$$Q_u = A_a F_R \left[I_t (\tau \alpha) - U_L \frac{A_a}{A_r} (T_{fi} - T_a) \right] = 738.339 \text{ W}$$

$$Q_u = \frac{738.339 \text{ W} \times 60 \text{ S}}{1000 \text{ J}} = 44.3039 \text{ kJ / min}$$

-อุณหภูมิน้ำขาออกจากด้านหลังแผงเซอร์เพนไทน์

$$T_{fo} = \frac{Q_u}{mC_{pw}} + T_{fi}$$

-ดังนั้น $T_{fo} = \frac{44.3039}{2.42 \times 4.16774} + 308 = 39.50 \text{ } ^\circ\text{C}$

-ประสิทธิภาพแผงทำน้ำร้อนแบบเซอร์เพนไทน์

$$\eta = \frac{Q_u}{I_t A_c} \times 100$$

-ดังนั้น $\eta = \frac{44.3039}{888.31 \times 2.00} \times 100 = 41.558\%$

