

ภาคผนวก ก.

ตัวอย่างคำนวณ

ก.1 การคำนวณความเย็นสูญเสียที่เกิดในระบบท่อส่งจ่ายน้ำเย็น (Q) คำนวณได้จากสมการที่ 4.1

ความเย็นสูญเสียในวันที่ 11 ม.ค. 2551

$$Q_1 = hA\Delta T$$

เมื่อ $h = 8 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}, T_\infty = 35 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$A_1 = 2\pi r_1 L_1 = 1.06 \text{ m}^2$$

$$\Delta T = T_\infty - T_1 = 35 - 12 = 23$$

ดังนั้น $Q_1 = 1.06 \times 8 \times 23$
 $= 195.04 \text{ W}$

$$Q_2 = hA_2\Delta T$$

เมื่อ $h = 8 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}, T_\infty = 35 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$A_2 = 2\pi r_2 L_2 = 29.87 \text{ m}^2$$

$$\Delta T = T_\infty - T_2 = 35 - 14.3$$

$$= 4946.47 \text{ W}$$

$$Q_3 = hA_3\Delta T$$

เมื่อ $h = 8 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}, T_\infty = 35 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$A_3 = 2\pi r_3 L_3 = 24.27 \text{ m}^2$$

$$\Delta T = T_\infty - T_3 = 35 - 17.37$$

$$= 3423.04 \text{ W}$$

$$Q_4 = hA_4\Delta T$$

เมื่อ $h = 8 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}, T_\infty = 35 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$\begin{aligned}
 A_4 &= 2\pi r_4 L_4 = 1.67 \text{ m}^2 \\
 \Delta T &= T_\infty - T_4 = 35 - 13 \\
 &= 293.92 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_5 &= hA_5\Delta T \\
 \text{เมื่อ } h &= 8 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}, T_\infty = 35 \text{ }^\circ\text{C} \\
 A_5 &= 2\pi r_5 L_5 = 1.39 \text{ m}^2 \\
 \Delta T &= T_\infty - T_5 = 35 - 16 \\
 &= 211.28 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_6 &= hA_6\Delta T \\
 \text{เมื่อ } h &= 8 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}, T_\infty = 35 \text{ }^\circ\text{C} \\
 A_6 &= 2\pi r_6 L_6 = 1.67 \text{ m}^2 \\
 \Delta T &= T_\infty - T_6 = 35 - 16 \\
 &= 253.84 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$Q_7 = 0 \text{ เนื่องจากไม่ได้มีการเปิดเครื่องทำน้ำเย็นตัวที่ 3}$$

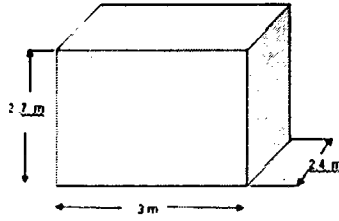
$$Q_8 = 0 \text{ เนื่องจากไม่ได้มีการเปิดเครื่องทำน้ำเย็นตัวที่ 3}$$

$$\text{ดังนั้นปริมาณความเย็นสูญเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมด} = \sum_{i=1}^8 Q_i = 9.32 \text{ kW}$$

แปลงหน่วยจาก kW \rightarrow $\frac{\text{Btu}}{\text{h}}$ \rightarrow ตันความเย็น

	1 kW	=	3,412	$\frac{\text{Btu}}{\text{h}}$
	1 ตันความเย็น	=	12,000	$\frac{\text{Btu}}{\text{h}}$
ดังนั้น	9.32 kW	=	31,812.09	$\frac{\text{Btu}}{\text{h}}$
		=	2.65	ตันความเย็น

ก.2 การคำนวณความเย็นสูญเสียที่เกิดในบ่อพักน้ำเย็น (Q) คำนวณได้จากสมการที่ 4.2



รูปที่ ก.1 แสดงขนาดบ่อพักน้ำเย็น

ตารางที่ ก.1
ขนาดบ่อพักน้ำเย็น

ผนัง	กว้าง(m)	ยาว(m)	ลึก(m)	หนา(m)	Area (m ²)
ด้านหน้า	2.4	3	2.7	0.18	8.100
ด้านหลัง	2.4	3	2.7	0.18	8.100
ด้านซ้าย	2.4	3	2.7	0.18	6.480
ด้านขวา	2.4	3	2.7	0.18	6.480
ด้านล่าง	2.4	3	2.7	0.18	7.200

ก.2.1 ความเย็นสูญเสียในบ่อพัก (Water returning) วันที่ 11 ม.ค. 2551

ผนังด้านหน้า

$$Q_9 = -kA_9 \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

$$\text{เมื่อ } k = 0.8 \text{ W/m}^\circ\text{C}, T_\infty = 35^\circ\text{C}$$

$$A_9 = 8.10 \text{ m}^2$$

$$\Delta x = 0.18 \text{ m}$$

$$\Delta T = T_\infty - T_3 = 35 - 17.37$$

$$= 634.68 \text{ W}$$

ผนังด้านหลัง

$$Q_{10} = -kA_{10} \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

$$\text{เมื่อ } k = 0.8 \text{ W/m}^\circ\text{C}, T_\infty = 35^\circ\text{C}$$

$$A_{10} = 8.10 \text{ m}^2$$

$$\Delta x = 0.18 \text{ m}$$

$$\Delta T = T_\infty - T_3 = 35 - 17.37$$

$$= 634.68 \text{ W}$$

ผนังด้านซ้าย

$$Q_{11} = -kA_{11} \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

เมื่อ $k = 0.8 \text{ W/m}^\circ\text{C}$, $T_\infty = 35^\circ\text{C}$

$$A_{11} = 6.48 \text{ m}^2$$

$$\Delta x = 0.18 \text{ m}$$

$$\Delta T = T_\infty - T_3 = 35 - 17.37$$

$$= 507.74 \text{ W}$$

ผนังด้านขวา

$$Q_{12} = -kA_{12} \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

เมื่อ $k = 0.8 \text{ W/m}^\circ\text{C}$,

$$A_{12} = 6.48 \text{ m}^2$$

$$\Delta x = 0.18 \text{ m}$$

$$\Delta T = T_3 - T_2 = 17.37 - 14.3$$

$$= 88.42 \text{ W}$$

ผนังด้านล่าง

$$Q_{13} = -kA_{13} \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

เมื่อ $k = 0.8 \text{ W/m}^\circ\text{C}$, $T_\infty = 35^\circ\text{C}$

$$A_{13} = 7.2 \text{ m}^2$$

$$\Delta x = 0.18 \text{ m}$$

$$\Delta T = T_\infty - T_3 = 35.0 - 17.37$$

$$= 546.16 \text{ W}$$

ก.2.2 ความเย็นสูญเสียในบ่อพัก (Water supplying) วันที่ 11 ม.ค. 2551

ผนังด้านหน้า

$$Q_{14} = -kA_{14} \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

เมื่อ $k = 0.8 \text{ W/m}^\circ\text{C}$, $T_\infty = 35^\circ\text{C}$

$$A_{14} = 8.10 \text{ m}^2$$

$$\Delta x = 0.18 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\Delta T &= T_{\infty} - T_2 = 35 - 14.3 \\ &= 745.2 \text{ W}\end{aligned}$$

ผนังด้านหลัง

$$Q_{15} = -kA_{15} \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

เมื่อ $k = 0.8 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, $T_{\infty} = 35^{\circ}\text{C}$

$$A_{15} = 8.10 \text{ m}^2$$

$$\Delta x = 0.18 \text{ m}$$

$$\Delta T = T_{\infty} - T_2 = 35 - 14.3$$

$$= 745.2 \text{ W}$$

ผนังด้านซ้าย

$$Q_{16} = -kA_{16} \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

เมื่อ $k = 0.8 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, $T_{\infty} = 35^{\circ}\text{C}$

$$A_{16} = 6.48 \text{ m}^2$$

$$\Delta x = 0.18 \text{ m}$$

$$\Delta T = T_{\infty} - T_2 = 35 - 14.3$$

$$= 596.16 \text{ W}$$

ผนังด้านขวา

$$Q_{17} = -kA_{17} \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

เมื่อ $k = 0.8 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$,

$$A_{17} = 6.48 \text{ m}^2$$

$$\Delta x = 0.18 \text{ m}$$

$$\Delta T = T_3 - T_2 = 17.37 - 14.3$$

$$= 88.42 \text{ W}$$

ผนังด้านล่าง

$$Q_{18} = -kA_{18} \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

เมื่อ $k = 0.8 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, $T_{\infty} = 35^{\circ}\text{C}$

$$A_{13} = 7.2 \text{ m}^2$$

$$\Delta x = 0.18 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\Delta T &= T_{\infty} - T_2 = 35.0 - 14.3 \\ &= 662.4 \text{ W}\end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้นปริมาณความเย็นสูญเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมด} = \sum_{i=9}^{18} Q_i = 5267.06 \text{ W} = 5.27 \text{ kW}$$

แปลงหน่วยจาก kW ----> $\frac{\text{Btu}}{\text{h}}$ ----> ตันความเย็น

$$1 \text{ kW} = 3,412 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

$$1 \text{ ตันความเย็น} = 12,000 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

$$\text{ดังนั้น } 5.27 \text{ kW} = 17981.24 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

$$= 1.50 \text{ ตันความเย็น}$$

ก.3 ปริมาณความเย็นที่ต้องการใช้ในการหล่อเย็นท่อพลาสติก (Q) คำนวณได้จากสมการที่ 4.3

$$Q_{19} = mc_p \Delta T$$

$$m = \text{Speed of puller} \times \frac{\text{kg plastic}}{m}$$

$$\Delta T = T_{11} - T_{12}$$

วันที่ 11 ม.ค. 2551 มีการผลิตท่อ 2 ชนิดคือ

$$1. \text{ PB SDR 13.5/25} \text{ ----> } \frac{\text{kg plastic}}{m} = 0.183, \text{ Speed of puller} = 0.2 \text{ m/s}$$

$$\text{ดังนั้น } m = 0.183 \times 0.2 = 0.04 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$2. \text{ PB SDR 13.5/50} \text{ ----> } \frac{\text{kg plastic}}{m} = 0.651, \text{ Speed of puller} = 0.08 \text{ m/s}$$

$$\text{ดังนั้น } m = 0.651 \times 0.08 = 0.05 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

ก.3.1 ปริมาณความเย็นที่ต้องการใช้ในการหล่อเย็นท่อ PB SDR 13.5/25

$$\begin{aligned}&= (0.04 \frac{\text{kg}}{\text{s}}) \times (2.6 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}) (197 - 13) \circ\text{C} \\ &= 19.14 \text{ kW}\end{aligned}$$

แปลงหน่วยจาก kW ----> $\frac{\text{Btu}}{\text{h}}$ ----> ตันความเย็น

$$1 \text{ kW} = 3,412 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

$$\begin{aligned}
 & 1 \text{ ตันความเย็น} = 12,000 \frac{\text{Btu}}{\text{h}} \\
 \text{ดังนั้น} \quad & 19.14 \text{ kW} = 65,305.68 \frac{\text{Btu}}{\text{h}} \\
 & = 5.44 \text{ ตันความเย็น}
 \end{aligned}$$

ก.3.2 ปริมาณความเย็นที่ต้องการใช้ในการหล่อเย็นท่อ PB SDR 13.5/50

$$\begin{aligned}
 & = (0.05 \frac{\text{kg}}{\text{s}}) \times (2.6 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}) (202 - 17) \circ\text{C} \\
 & = 24.05 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

แปลงหน่วยจาก kW \rightarrow $\frac{\text{Btu}}{\text{h}}$ \rightarrow ตันความเย็น

$$\begin{aligned}
 & 1 \text{ kW} = 3,412 \frac{\text{Btu}}{\text{h}} \\
 & 1 \text{ ตันความเย็น} = 12,000 \frac{\text{Btu}}{\text{h}} \\
 \text{ดังนั้น} \quad & 24.05 \text{ kW} = 82058.6 \frac{\text{Btu}}{\text{h}} \\
 & = 6.84 \text{ ตันความเย็น}
 \end{aligned}$$

ก.4 การคำนวณความหนาฉนวน

ท่อ PB SDR13.5/50

จากสมการที่ 4.4

$$r_2 \ln \frac{r_2}{r_1} = \frac{(t_d - t_f)k}{(t_a - t_d)\alpha}$$

$$\begin{aligned}
 t_a & = 35 \text{ } ^\circ\text{C}, & t_f & = 19 \text{ } ^\circ\text{C} \\
 t_d & = 26 \text{ } ^\circ\text{C}, & k & = 0.036 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C} \\
 \alpha & = 8 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}, & r_1 & = 0.028 \text{ m}
 \end{aligned}$$

แทนค่าลงในสมการที่ 4.4

$$r_2 \ln \left(\frac{r_2}{0.028} \right) = \frac{(26.0 - 19) 0.036}{(35 - 26.0) \times 8}$$

$$r_2 = 0.0313 \text{ m}$$

$$x = 3.3$$