บทที่ 4
การออกแบบและผลการทดสอบประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ

การออกแบบโครงสร้างหม้อไอน้ำอ้างอิงตามมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม DIN-STANDARD ประเทศเยอรมัน TECHNICAL RULES FOR STEAM BOILER (TRD 300 DESIGN) และเมื่อทำการผลิตเป็นที่เรียบร้อยแล้วจะมีการเก็บข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ การออกแบบมีรายการคำนวณดังต่อไปนี้

4.1 การคำนวณโครงสร้างหม้อไอน้ำ

4.1.1 ความหนาของเปลือกรับความดัน (Shell)

REFERENCE: TRD. 301

จาก

$$S = \frac{d_a \times P}{V_n(2\sigma_{zul} - P) + 2P} + C1 + C2 \qquad \text{---------- (4.1)}$$

S	=	ความหนาต่ำสุดที่ยอมรับได้ mm
d_a	=	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเปลือกรับความดัน 1,600 mm
P	=	ความดันที่ใช้ออกแบบ 1.0 N/mm^2
σ_{zul}	=	ความเค้นที่ใช้การออกแบบ N/mm^2
V_n	=	ประสิทธิภาพรอยเชื่อม 0.8
C1	=	ความหนาเผื่อจากพิกัดความเผื่อ 0.5 mm
C2	=	ความหนาเผื่อการกัดกร่อน 1 mm

การหาความเค้นที่ใช้ออกแบบ σ_{zul}

REFERENCE: TRD. 17155

จาก

$$T = T_{design} + 50 \qquad \text{---------- (4.2)}$$

$$\sigma_{zul} = \sigma_y / f \qquad \text{---------- (4.3)}$$

T = อุณหภูมิ ^{o}C

T_{desige} = อุณหภูมิที่ความดันออกแบบ 184.13 ^{o}C (จากตาราง ข.2 @ P = 10 Bar)

σ_{zul} = ความเค้นที่ใช้การออกแบบ N/mm^2

σ_y = ความเค้นที่อุณหภูมิออกแบบ N/mm^2

f = ค่า Safety factor 1.5

แทนค่าลงในสมการ (4.2)

$T = 184.13 + 50$

$T = 234.13\ ^{o}C$

จากตาราง ค.1 @ T = 234.13 ^{o}C จะได้ $\sigma_y = 191.35\ N/mm^2$

แทนค่าลงในสมการ (4.3)

$\sigma_{zul} = 191.35 / 1.5$

$\sigma_{zul} = 127.57\ N/mm^2$

แทนค่าลงในสมการ (4.1)

$$S = \frac{1600 \times 1.0}{0.8\left((2 \times 127.57) - 1.0\right) + 2(1.0)} + 0.5 + 1$$

$S = 7.79 + 0.5 + 1$

$S = 9.29$ mm

∴ ความหนาต่ำสุดที่ยอมรับได้ 9.29 mm

ดังนั้น เลือกใช้ความหนา 12.7 mm (วัสดุ ASME SA516 GR 70) ผลที่ได้นำไปเขียนแบบคอมพิวเตอร์ ด้วยโปรแกรม AutoCAD 2005 โดยแบบที่เขียนได้แนบไว้ในภาคผนวก ฉ

4.1.2 ความหนาของท่อไฟใหญ่ (Furnace)

REFERENCE: TRD.306

จาก

$$S_0 = P + \sqrt{\frac{P^2 + 8\sigma_{zul}\left[\frac{\{(1+0.1(d_a/l)\}\times 0.03P\times d_a\times u}{d_a\{(1+5(d_a/l)\}}\right]}{4\sigma_{zul}\left[\frac{1+0.1(d_a/l)}{d_a}\right]}} \quad \text{---------- (4.4)}$$

$$S = S_0 + C_1 + C_2 \quad \text{---------- (4.5)}$$

P	=	ความดันที่ใช้ออกแบบ 1.0 N/mm^2
σ_{zul}	=	ความเค้นที่ใช้ในการออกแบบ N/mm^2
d_a	=	เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อไฟใหญ่ 950 mm
l	=	ความยาวของท่อไฟใหญ่ 2,307 mm
u	=	ค่าความปลอดภัย 1.5
S	=	ความหนาต่ำสุดที่ยอมรับได้ mm
S_o	=	ความหนาต่ำสุดที่คำนวณได้ mm
C1	=	ความหนาเผื่อจากพิกัดความเผื่อ 0.5 mm
C2	=	ความหนาเผื่อการกัดกร่อน 1 mm

การหาความเค้นที่ใช้ออกแบบ σ_{zul}

REFERENCE: TRD. 17155

จาก

$$T = T_{design} + 30 + 4(S_0) \quad \text{---------- (4.6)}$$

$$\sigma_{zul} = \sigma_y / f \quad \text{---------- (4.3)}$$

ป
TJ
295
พ7ข4ก
2545
1.3860474
สำนักหอสมุด
17 มี.ค. 2551

T	=	อุณหภูมิ ^{o}C
T_{desige}	=	อุณหภูมิที่ความดันออกแบบ 184.13 ^{o}C (จากตาราง ข.2 @ P = 10 Bar)
S_o	=	ความหนาต่ำสุดที่คำนวณได้ mm
σ_{zul}	=	ความเค้นที่ใช้การออกแบบ N/mm^2
σ_y	=	ความเค้นที่อุณหภูมิออกแบบ N/mm^2
f	=	ค่า Safety factor 2.5

แทนค่าลงในสมการ (4.6)

$$T = 184.13 + 30 + 4(15.10)$$

$$T = 274.53\ ^{o}C$$

จากตาราง ค.1 @ T = 274.53 ^{o}C จะได้ $\sigma_y = 170.28\ N/mm^2$

แทนค่าลงในสมการ (4.3)

$$\sigma_{zul} = 170.28 / 2.5$$

$$\sigma_{zul} = 68.11\ N/mm^2$$

แทนค่าลงในสมการ (4.4)

$$S_0 = 1 + \sqrt{\frac{1^2 + 8(68.11)\left[\frac{\{(1+0.1(950/2{,}307)\}\times 0.03\times 1\times 950\times 1.5}{950\{(1+5(950/2{,}307)\}}\right]}{4(68.11)\left[\frac{1+0.1(950/2{,}307)}{950}\right]}}$$

$$S_0 = 13.60\ mm$$

แทนค่าลงในสมการ (4.5)

$$S = 13.60 + 0.5 + 1$$

$$S = 15.10\ mm$$

∴ ความหนาต่ำสุดที่ยอมรับได้ 15.10 mm

ดังนั้น เลือกใช้ความหนา 15.88 mm (วัสดุ ASME SA516 GR 70) ผลที่ได้นำไปเขียนแบบคอมพิวเตอร์ ด้วยโปรแกรม AutoCAD 2005 แบบที่เขียนได้แนบไว้ในภาคผนวก ฉ

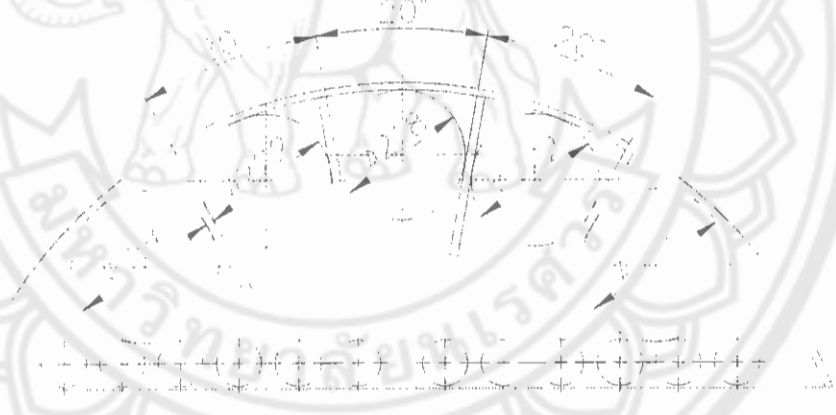
4.1.3 ความหนาของฝาหน้า, ฝาหลัง (END PLATE)

REFERENCE: TRD.305

จาก

$$S = 0.35 \times d_c \times \left(\sqrt{\frac{P}{\sigma_{zul}}} \right) + C1 + C2 \qquad \text{----------(4.7)}$$

S	=	ความหนาต่ำสุดที่ยอมรับได้ mm
P	=	ความดันที่ใช้ออกแบบ 1.0 N/mm^2
σ_{zul}	=	ความเค้นที่ใช้ในการออกแบบ N/mm^2
d_c	=	เส้นผ่านศูนย์กลางระหว่างจุดโยงยึด 256 mm (แสดงไว้ดังรูปที่ 4.1)
C1	=	ความหนาเผื่อจากพิกัดเผื่อ 0.5 mm
C2	=	ความหนาเผื่อการกัดกร่อน 1 mm



รูปที่ 4.1 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่างจุดโยงยึด

การหาความเค้นที่ใช้ออกแบบ σ_{zul}

REFERENCE: TRD. 17155

จาก

$$T = T_{design} + 50 \qquad \text{---------- (4.2)}$$

$$\sigma_{zul} = \sigma_y / f \qquad \text{---------- (4.3)}$$

T = อุณหภูมิ $^{\circ}C$

T_{desige} = อุณหภูมิที่ความดันออกแบบ 184.13 $^{\circ}C$ (จากตาราง ข.2 @ P = 10 Bar)

σ_{zul} = ความเค้นที่ใช้การออกแบบ N/mm^2

σ_y = ความเค้นที่อุณหภูมิออกแบบ N/mm^2

f = ค่า Safety factor 1.5

แทนค่าลงในสมการ (4.2)

$T = 184.13 + 50$

$T = 234.13\ ^{\circ}C$

จากตาราง ค.1 @ T = 234.13 $^{\circ}C$ จะได้ $\sigma_y = 191.35\ N/mm^2$

แทนค่าลงในสมการ (4.3)

$\sigma_{zul} = 191.35 / 1.5$

$\sigma_{zul} = 127.57\ N/mm^2$

แทนค่าลงในสมการ (4.7)

$$S = 0.35 \times 256 \times \left(\sqrt{\frac{1.0}{127.57}}\right) + 0.5 + 1$$

$S = 7.93 + 0.5 + 1$

$S = 9.43$ mm

∴ ความหนาต่ำสุดของฝาหน้าและฝาหลัง = 9.43 mm

ดังนั้นเลือกใช้ความหนา 12.7 mm (วัสดุ ASME SA516 GR 70) ผลที่ได้นำไปเขียนแบบคอมพิวเตอร์ ด้วยโปรแกรม AutoCAD 2005 แบบที่เขียนได้แนบไว้ในภาคผนวก ฉ

4.1.4 ความหนาต่ำสุดของท่อไฟเล็ก (Tube)

REFERENCE: TRD.301

จาก สมการที่ (4.1)

$$S = \frac{d_a \times P}{Vn(2\sigma_{zul} - P) + 2P} + C1 + C2 \qquad \text{----------(4.1)}$$

S	=	ความหนาต่ำสุดที่ยอมรับได้ mm
d_a	=	เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 76.2 mm
P	=	ความดันที่ใช้ออกแบบ 1.0 N/mm^2
V_n	=	ประสิทธิภาพรอยเชื่อม 0.8
σ_{zul}	=	ความเค้นที่ใช้ในการออกแบบ N/mm^2
C1	=	ความหนาเผื่อจากพิกัดความเผื่อ 0.4 mm
C2	=	ความหนาเผื่อการกัดกร่อน 1 mm

การหาความเค้นที่ใช้ออกแบบ σ_{zul}

REFERENCE: TRD. 17175

จาก สมการที่ (4.2), (4.3)

$$T = T_{design} + 50 \qquad \text{---------- (4.2)}$$

$$\sigma_{zul} = \sigma_y / f \qquad \text{---------- (4.3)}$$

T	=	อุณหภูมิ ^{o}C
T_{desige}	=	อุณหภูมิที่ความดันออกแบบ 184.13 ^{o}C (จากตาราง ข.2 @ P = 10 Bar)
σ_{zul}	=	ความเค้นที่ใช้การออกแบบ N/mm^2
σ_y	=	ความเค้นที่อุณหภูมิออกแบบ N/mm^2
f	=	ค่า Safety factor 1.8

แทนค่าลงในสมการ (4.2)

$T = 184.13 + 50$

$T = 234.13\ ^{\circ}C$

จากตาราง ค.2 @ T = 234.13 °C จะได้ $\sigma_y = 171.35\ N/mm^2$

แทนค่าลงในสมการ (4.3)

$\sigma_{zul} = 171.35 / 1.8$

$\sigma_{zul} = 95.2\ N/mm^2$

แทนค่าลงในสมการ (4.1)

$$S = \frac{76.2 \times 1.3}{0.8[(2 \times 95.2) - 1.3] + (2 \times 1.3)} + 0.4 + 1$$

$S = 0.64 + 0.4 + 1$

$S = 2.04\ mm$

∴ ความหนาต่ำสุดของท่อไฟเล็ก 2.04 mm

ดังนั้น เลือกใช้ความหนา 3.2 mm (วัสดุ JIS G3461, STB 340, ST 35.8)

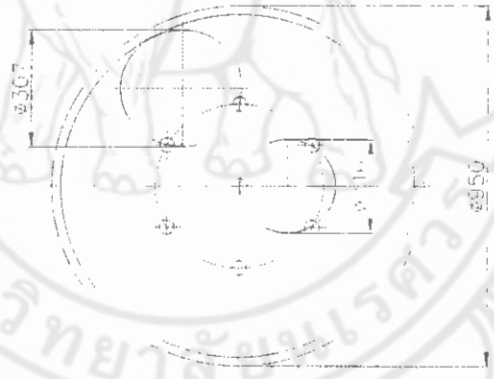
4.1.5 ความหนาของฝาราบ ที่มีการโยงยึด (Bypass Type)

REFERENCE: TRD.305

จาก สมการที่ (4.7)

$$S = (0.35)(d_c)\left(\sqrt{\frac{P}{\sigma_{zul}}}\right) + C1 + C2 \qquad \text{---------- (4.7)}$$

S	=	ความหนาต่ำสุดที่ยอมรับได้ mm
P	=	ความดันออกแบบ 1.0 N/ mm^2
σ_{zul}	=	ความเค้นที่ใช้ในการออกแบบ 127.57 N/mm^2
d_c	=	เส้นผ่านศูนย์กลางระหว่างจุดโยงยึด 307 mm (ดังแสดงไว้ดังรูปที่ 4.2)
C1	=	ความหนาเผื่อจากพิกัดเผื่อ 0.5 mm
C2	=	ความหนาเผื่อการกัดกร่อน 1 mm



รูปที่ 4.2 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่างจุดโยงยึดของ ฝาราบ (Bypass Type)

การหาความเค้นที่ใช้ออกแบบ σ_{zul}

REFERENCE: TRD. 17155

จาก สมการที่ (4.2), (4.3)

$$T = T_{design} + 50 \qquad \text{---------- (4.2)}$$

$$\sigma_{zul} = \sigma_y / f \qquad \text{---------- (4.3)}$$

T = อุณหภูมิ $^{\circ}C$

T_{desige} = อุณหภูมิที่ความดันออกแบบ 184.13 $^{\circ}C$ (จากตาราง ข.2 @ P = 10 Bar)

σ_{zul} = ความเค้นที่ใช้การออกแบบ N/mm^2

σ_y = ความเค้นที่อุณหภูมิออกแบบ N/mm^2

f = ค่า Safety factor 1.5

แทนค่าลงในสมการ (4.2)

$T = 184.13 + 50$

$T = 234.13\ ^{\circ}C$

จากตาราง ค.1 @ T = 234.13 $^{\circ}C$ จะได้ $\sigma_y = 191.35\ N/mm^2$

แทนค่าลงในสมการ (4.3)

$\sigma_{zul} = 191.35 / 1.5$

$\sigma_{zul} = 127.57\ N/mm^2$

แทนค่าลงในสมการ (4.7)

$$S = 0.35 \times 307 \times \left(\sqrt{\frac{1.0}{127.57}} \right) + 0.5 + 1$$

$S = 9.51 + 0.5 + 1$

$S = 11.01$ mm

∴ ความหนาต่ำสุดของท่อไฟ 11.01 mm

ดังนั้นเลือกใช้ความหนา 12.7 mm (วัสดุ ASME SA516 GR 70) ผลที่ได้นำไปเขียนแบบคอมพิวเตอร์ ด้วยโปรแกรม AutoCAD 2005 แบบที่เขียนได้แนบไว้ในภาคผนวก ฉ

การเลือกวัสดุหม้อไอน้ำ (Boiler Plate)

เป็นการเลือกวัสดุเพื่อที่จะนำมาประกอบเป็นโครงสร้างหม้อไอน้ำ อันประกอบไปด้วยเปลือกรับความดัน (Shell), ท่อไฟใหญ่ (Furnace), ฝาหน้า ฝาหลัง (End Plate), ฝาราบที่มีการโยงยึด (Bypass Type)

- เป็นเหล็กชนิดแผ่น (Boiler Plate)
- วัสดุ : ASME SA-516 GR 70 เป็นวัสดุที่ใช้สำหรับใช้ผลิตหม้อไอน้ำ หรือถังรับความดัน มี Certificate จากโรงงานผู้ผลิต
- ความหนา เลือกตามขนาดมาตรฐานที่โรงงานผู้ผลิต ผลิตออกมาจำหน่ายตามท้องตลาด โดยเลือกความหนาไม่ให้น้อยกว่าความหนาที่คำนวณได้

การเลือกท่อไฟเล็ก (Tube)

- เป็นชนิดท่อไฟเล็ก (Boiler Tube) ไม่มีตะเข็บ (Sameless)
- วัสดุ : JIS G3461 , STB 340-S-H , St 35.8 เป็นวัสดุที่ใช้สำหรับทำท่อไฟเล็ก มี Certificate จากโรงงานผู้ผลิต (นำเข้าจากประเทศออสเตรเลีย)
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 76.2 mm ความหนา 3.2 mm เป็นขนาดของท่อไฟเล็กมาตรฐานที่โรงงานผู้ผลิต ผลิตออกมาจำหน่าย
- ในการประกอบท่อไฟที่ใช้งานจะต้องเป็นชิ้นเดียวกันตลอด ไม่มีการนำท่อไฟมาเชื่อมต่อกันเพื่อเพิ่มความยาวในส่วนของเปลือกของหม้อไอน้ำ

4.2 การคำนวณพื้นที่ถ่ายเทความร้อน (Heating Surface)

คำนวณในทางทฤษฎี

จาก สูตรหาอัตราการถ่ายเทความร้อน

$$q = UA\Delta T \qquad \text{---------- (4.8)}$$

$$q = m^{\circ}\Delta h \qquad \text{---------- (4.9)}$$

q	=	อัตราการถ่ายเทความร้อน W
U	=	สัมประสิทธิ์การพาความร้อนรวมของหม้อไอน้ำ $W/m^2\,^{\circ}C$
A	=	พื้นที่ถ่ายเทความร้อน m^2
m°	=	อัตราการผลิตไอน้ำ kg/hr
ΔT	=	(T_1-T_2)
Δh	=	(h_f-h_g)
T_1	=	อุณหภูมิอากาศในห้องเผาไหม้ $^{\circ}C$
T_2	=	อุณหภูมิอากาศที่ปล่องควัน $^{\circ}C$
h_f	=	เอ็นทาลปีของน้ำที่อุณหภูมิ 100 $^{\circ}C$
h_g	=	เอ็นทาลปีของไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 $^{\circ}C$

จากการรับข้อมูลจากลูกค้าทำให้ทราบอัตราการผลิตไอน้ำ (m°) = 2,155 kg/hr

จากตาราง ข.1 จะทราบเอ็นทาลปีของน้ำที่อุณหภูมิ 100 $^{\circ}C$ (h_f) = 419.04 kJ/kg

และทราบเอ็นทาลปีของไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 $^{\circ}C$ (h_g) = 2676.1 kJ/kg

แทนค่าลงในสมการที่ (4.9)

$$q = \left(\frac{2{,}155 \times 1{,}000}{3{,}600}\right) \times 2{,}257$$

q = 1,351,065.28 J/s หรือ W

อุณหภูมิอากาศในห้องเผาไหม้ $^{\circ}C$ (T_1) = 1,200 $^{\circ}C$

ได้จากการทดสอบกับหม้อไอน้ำรุ่น HDR 200 ชนิด 3 กลับหลังเปียก โดยวัดอุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา และได้จากการเก็บข้อมูลหม้อไอน้ำรุ่นเดียวกันที่เคยผลิตมาก่อนหน้านี้

อุณหภูมิอากาศที่ปล่องควัน°C (T_2) = 200 °C

ได้จากการทดสอบกับหม้อไอน้ำรุ่น HDR 200 ชนิด 3 กลับหลังเปียก เชื้อเพลิงน้ำมันเตา โดยวัดอุณหภูมิที่ปลายปล่องควัน และได้จากการเก็บข้อมูลหม้อไอน้ำรุ่นเดียวกัน ที่เคยผลิตมาก่อนหน้านี้

สัมประสิทธิ์การพาความร้อนรวมของหม้อไอน้ำ (U) = 100 ถึง 130 kJ/m^2 · hr ·°C ค่า 100 ถึง 130 W/m^2°C เป็นค่าที่นิยมใช้ในการออกแบบหม้อไอน้ำ ในที่นี้ ใช้ค่า 120 kJ/m^2 · hr ·°C ตามการออกแบบของบริษัท ไทย เค. บอยเลอร์ จำกัด ซึ่งค่านี่ได้จากการทดสอบกับหม้อไอน้ำรุ่น HDR 200 ชนิด สามกลับหลังเปียก เชื้อเพลิงน้ำมันเตา และได้จากการเก็บข้อมูลหม้อไอน้ำรุ่นเดียวกัน ที่เคยผลิตมาก่อนหน้านี้

แทนค่าลงในสมการที่ (4.8)

$$1{,}351{,}065.28 = \left[\frac{120 \times 1{,}000}{3{,}600}\right] \times A \times (1{,}200 - 200)$$

$$A = \frac{1{,}351{,}065.28}{\left[\frac{120 \times 1{,}000}{3{,}600}\right] \times 1{,}000}$$

$$A = 40.53 \text{ m}^2$$

∴ พื้นที่ถ่ายเทความร้อนในทางทฤษฎี = 40.53 m^2

คำนวณจากอุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนในหม้อไอน้ำ

ประกอบไปด้วย ท่อไฟใหญ่ (Furnace), ฝาราบที่มีการโยงยึด (Bypass Type), และท่อไฟเล็ก (Tube) 44 เส้น

จาก สูตรการหาพื้นที่ทรงกระบอก

$$A = (2\pi r)(L) \qquad \text{----------(4.10)}$$

จาก สูตรการหาพื้นที่วงกลม

$$A = \pi r^2 \qquad \text{----------(4.11)}$$

r = รัศมีของวงกลม mm

L = ความยาวท่อ mm

- ท่อไฟใหญ่ (Furnace)

รัศมีของท่อ (r) = 950/2 mm

ความยาวท่อ (L) = 2,307 mm

แทนค่าลงในสมการที่ (4.10)

$$A = [2\pi \times (950/2)] \times 2{,}307 \times 2$$

A = 13.77 m^2

เนื่องจากเป็นหม้อไอน้ำชนิด 3 กลับ หลังเปียก แบบ Reverse Flame บริเวณท่อไฟใหญ่ (Furnace) เปลวไฟจะย้อนกลับออกมา จึงคิดพื้นที่การถ่ายเทความร้อนที่บริเวณท่อไฟใหญ่ (Furnace) 2 ครั้ง

- ฝาราบที่มีการโยงยึด (Bypass Type)

รัศมีของฝาราบ (r) = 915/2 mm

แทนค่าลงในสมการที่ (4.11)

$$A = \pi \times (915/2)^2$$

A = 0.66 m^2

- ท่อไฟเล็ก (Tube) 44 เส้น

รัศมีของท่อ (r) = 76.2/2 mm

ความยาวท่อ (L) = 2,640 mm

แทนค่าลงในสมการที่ (4.6)

$$A = [2\pi \times (76.2/2)] \times 2{,}640 \times 44$$

$$A = 27.81\ m^2$$

∴ พื้นที่ถ่ายเทความร้อนรวม = 13.77 + 0.66 + 27.81 m^2

พื้นที่ถ่ายเทความร้อนคำนวณจากอุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนในหม้อไอน้ำ = 42.24 m^2

พื้นที่ถ่ายเทความร้อนคำนวณจากอุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนเทียบกับทางทฤษฎีแล้วพบว่า พื้นที่ถ่ายเทความร้อนจากอุปกรณ์มากกว่าทางทฤษฎีเล็กน้อย เพราะฉะนั้นขนาดของอุปกรณ์ที่เลือกสามารถใช้งานได้ เพราะฉะนั้นในโครงสร้างของหม้อไอน้ำ รุ่น HDR-200 ชนิด สามกลับหลังเปียกนี้ จะมีส่วนประกอบของโครงสร้างและความหนาของเหล็กที่ต้องใช้ คือ

- เปลือกหม้อไอน้ำ (Shell) ใช้เหล็กที่มีความหนา 12.7 มิลลิเมตร
- ท่อไฟใหญ่ (Furnace) ใช้เหล็กที่มีความหนา 15.88 มิลลิเมตร
- ฝาหน้า, ฝาหลัง (End plate) ใช้เหล็กที่มีความหนา 12.7 มิลลิเมตร
- ท่อไฟเล็ก (Tube) ใช้เหล็กที่มีความหนา 3.2 มิลลิเมตร
- ฝาราบ ที่มีการโยงยึด (Bypass Type) ใช้เหล็กที่มีความหนา 12.7 มิลลิเมตร

และ หม้อไอน้ำมีพื้นที่ถ่ายเทความร้อน (Heating surface) เท่ากับ 42.24 m^2

ในการเลือกเหล็กความหนาต่างๆ จะเลือกใช้เหล็กที่มีจำหน่ายอยู่ตามท้องตลาด และจะต้องเลือกขนาดเหล็กให้ใหญ่กว่าที่ทำการคำนวณได้ เพื่อความแข็งแรง ไม่เลือกเหล็กที่มีความหนามากเกินไปเพราะจะทำให้ต้นทุนในการผลิตสูง จึงควรเหล็กตามความเหมาะสม

4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ

หลังจากการทดสอบเดินเครื่องเพื่อตรวจสภาพของหม้อไอน้ำว่าสามารถทำงานได้ ผู้ดำเนินโครงการได้ทำการเก็บข้อมูลค่าต่างๆ เพื่อนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพ โดยได้ทำการเก็บข้อมูลของปริมาณน้ำเข้าหม้อไอน้ำวัดจากมิเตอร์น้ำ, ปริมาณน้ำมันที่ใช้วัดจากมิเตอร์น้ำมัน, อุณหภูมิของน้ำก่อนเข้าหม้อไอน้ำวัดจากเทอร์โมมิเตอร์ และความดันดูจากเกจวัดแรงดันของหม้อไอน้ำ มาใช้ในการคำนวณหาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง ทำการเก็บข้อมูลทุก 1 ชั่วโมง โดยวิธีการคำนวณเป็นดังนี้ ตัวอย่างในการคำนวณประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำในแต่ละชั่วโมงได้แสดงไว้ในภาคผนวก ช ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำเฉลี่ย = 89.43 %

สมการ ประสิทธิภาพ = $\dfrac{M_w \times (h_g - h) \times 100}{M_o \times HV}$

M_w คือ ปริมาณน้ำที่ใช้ (l/h.)

M_o คือ ปริมาณน้ำมันที่ใช้ (l/h.)

h_g คือ ค่าพลังงานของไอน้ำ (kJ/kg) (จากตาราง ข.2)

h คือ ค่าพลังงานน้ำป้อนที่อุณหภูมิต่างๆ (kJ/kg)(จากตาราง ข.1)

HV คือ ค่าความร้อนน้ำมันเตา 41,450 kJ/kg

โดยค่าที่คำนวณเรียบร้อยแล้วได้แสดงดังตารางที่ 4.1

เวลา(ชั่วโมง)	ปริมาณน้ำที่เติม(ลิตร)	ความดันในหม้อไอน้ำ (bar)	อุณหภูมิน้ำเข้าหม้อไอน้ำ (°C)	ปริมาณน้ำมันเตา(ลิตร)	ประสิทธิภาพ (%)
1	2,129	8	50	152	86.66
2	2,152	8	50	148	89.96
3	2,160	8	50	143	93.45
4	2,111	8	50	149	87.66