

**กรณีศึกษาด้านความร้อน**  
**เรื่อง การปรับลด Pressure Steam ที่ชุดอุ่นอากาศของ Primary Fan**  
**ก่อนเข้าห้องเผาไหม้ที่บอยเลอร์**

---

เสร็จสิ้นแล้ว

มีแผนที่จะดำเนินการ

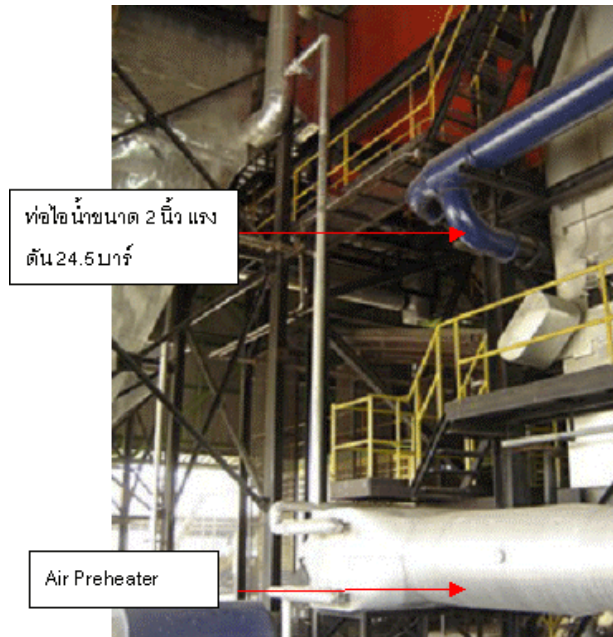
ไม่มีแผนที่จะดำเนินการ

1. บริษัท ล้ำสูง(ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
2. ที่อยู่ 99/9 หมู่ 2 ถ.สีเกา-ควนกูน ต.กะลาเส อ.สีเกา จ.ตรัง 92150
3. ประเภทอุตสาหกรรม โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ
4. ลักษณะการใช้พลังงาน

โรงงานมีการใช้หม้อไอน้ำที่ใช้ไฮปาล์มเป็นเชื้อเพลิง เพื่อผลิตไอน้ำที่ความดัน 24.5 barg โดยหม้อไอน้ำมีขนาด 30 ตันไอน้ำต่อชั่วโมง ไอน้ำที่ผลิตได้ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับใช้ในโรงงานโดยการใช้ Steam Turbine ขนาด 1500 KW ไอน้ำที่ผ่าน Turbine จะมีความดันลดลงเหลือ 3 barg จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการผลิต ได้แก่ การนึ่งผลปาล์ม, การสกัดน้ำมันปาล์ม, อุ่นน้ำมันปาล์ม, อบเมล็ดในปาล์ม และอื่นๆ

5. ก่อนปรับปรุงกระบวนการผลิต/อุปกรณ์การใช้พลังงาน

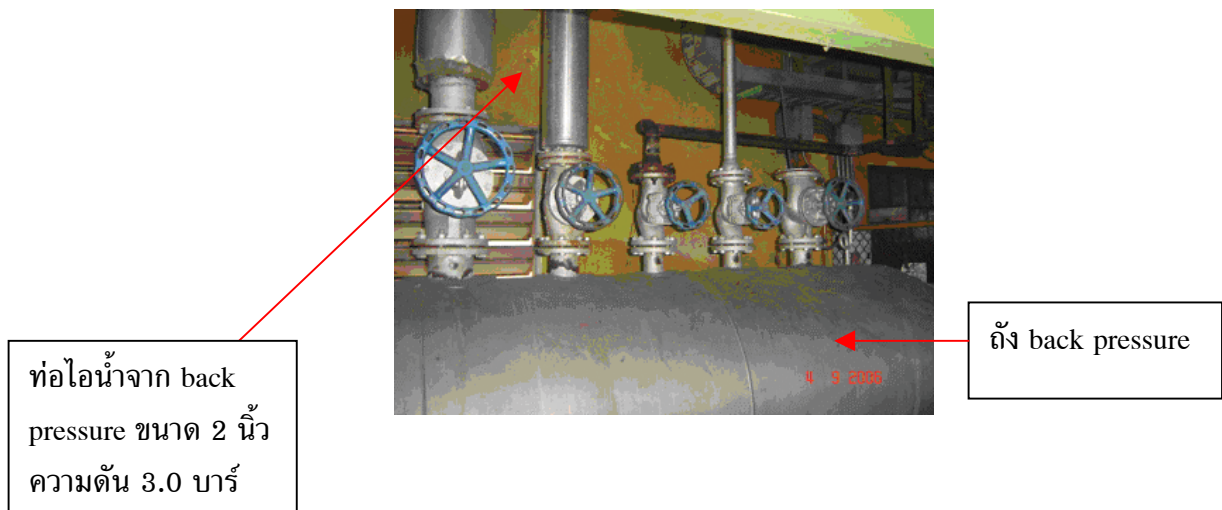
ในระบบผลิตไอน้ำมีพัดลมเป่าอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้อยู่ 2 ตัว คือ Primary Fan และ Secondary Fan ซึ่งพัดลมชุดแรกหรือ Primary Fan มีระบบอุ่นอากาศก่อนเข้าห้องเผาไหม้ เพื่อช่วยในการเผาไหม้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยการใช้ไอน้ำจากระบบ Main Steam ที่ผลิตได้ คือ ความดัน 24.5 บาร์ มาอุ่นอากาศที่ชุด Heater ซึ่งใช้ท่อส่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.0 นิ้ว และมีอัตราการใช้ไอน้ำที่ 0.636 kg/s หรือ 2.29 m<sup>3</sup>/hr. ซึ่งเป็นอัตราที่สูงมาก ซึ่งระบบการใช้ไอน้ำมาอุ่นอากาศดังแสดงในรูป

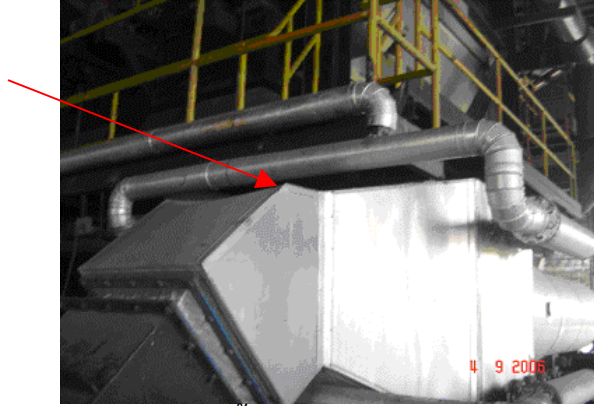


รูปก่อนการปรับปรุง แสดงการใช้ไอน้ำจากจาก main steam มาอุ่นอากาศที่ Primary Fan

6. ผลการปรับปรุงกระบวนการผลิต/อุปกรณ์การใช้พลังงาน

ทางโรงงานได้เปลี่ยนมาใช้ไอน้ำจาก Back Pressue Steam ซึ่งเป็นไอน้ำที่ผ่านการใช้ที่เทอร์ไบน์ ซึ่งมีความดัน 3.0 บาร์ มาใช้อุ่นอากาศที่ Primary Fan แทนการใช้ไอน้ำที่แรงดัน 24.5 บาร์ เพื่อลดการใช้ไอน้ำ โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบในเรื่อง การลดลงของปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทให้อากาศ กับการลดลงของปริมาณความร้อนที่ต้องใช้ในการผลิตไอน้ำ รวมถึงปริมาณน้ำที่ลดลง และความแตกต่างของปริมาณเชื้อ





รูปหลังการปรับปรุง แสดงการใช้ไอน้ำจาก back pressure มาใช้อุ่นอากาศที่ Primary Fan

## 7. การวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงาน

### 7.1 คำนวณปริมาณไอน้ำที่ลดลง

ขนาดท่อส่งไอน้ำเดิมที่ความดัน 24.5 บาร์ ,  $D_1 = 50 \text{ mm}$ .

ขนาดท่อส่งไอน้ำใหม่ที่ความดัน 3.0 บาร์ ,  $D_2 = 50 \text{ mm}$ .

ความเร็วของไอน้ำในท่อ ,  $V = 25 \text{ m/s}$

Specific volume ของไอน้ำที่ความดัน 24.5 บาร์,  $v_1 = 0.077 \text{ m}^3/\text{kg}$

Specific volume ของไอน้ำที่ความดัน 3.0 บาร์,  $v_2 = 0.462 \text{ m}^3/\text{kg}$

ดังนั้น Volumetric flow rate ของไอน้ำในท่อ ,  $Q = VA$

$$= 25 \times \frac{\pi \times D^2}{4}$$

$$= 0.049 \text{ m}^3/\text{s}$$

Mass flow rate ของไอน้ำที่ความดัน 24.5 บาร์,  $m_1 = Q/v_1$

$$= 0.049 / 0.077$$

$$= 0.636 \text{ kg/s}$$

Mass flowrate ของไอน้ำที่ความดัน 3.0 บาร์,  $m_2 = Q/v_2$

$$= 0.049 / 0.462$$

$$= 0.106 \text{ kg/s}$$

ดังนั้นจะได้ว่า Mass flowrate ของไอน้ำลดลง =  $0.636 - 0.106$

$$= 0.53 \text{ kg/s}$$

$$\text{หรือ} = 1.91 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

### 7.2 คำนวณปริมาณเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นจากการลดลงของความร้อนที่อุ่นอากาศ

Specific enthalpy ของไอน้ำที่ความดัน 24.5 บาร์ ,  $h_{fg1} = 1838.98 \text{ kJ/kg}$

Specific enthalpy ของไอน้ำที่ความดัน 3.0 บาร์ ,  $h_{fg2} = 2132.95 \text{ kJ/kg}$

ดังนั้น Heat transfer capacity ที่ความดัน 24.5 บาร์ =  $m_1 \times h_{fg1}$

$$= 0.636 \times 1838.98$$

$$= 1169.6 \text{ kJ/s}$$

$$= 4210.56 \text{ MJ/hr.}$$

Heat transfer capacity ที่ความดัน 3.0 บาร์ =  $m_2 \times h_{fg2}$

$$= 0.106 \times 2132.95$$

$$= 226.09 \text{ kJ/s}$$

$$= 813.92 \text{ MJ/hr.}$$

จะได้ว่าปริมาณการถ่ายเทความร้อนในการอุ่นอากาศของไอน้ำลดลง

$$= 4210.56 - 813.92$$

$$= 3396.64 \text{ MJ/hr.}$$

ดังนั้นต้องใช้เชื้อเพลิงในการเผาไหม้เพิ่มขึ้นในอัตรา

$$M_f = E / H_L$$

$$= (3396.64 \times 1000) / (11466.8 \times 0.85)$$

$$= 348.5 \text{ kg/hr.}$$

โดยที่  $H_L$  = ค่าความร้อนต่ำของเชื้อเพลิงมีค่าเท่ากับ  $11466.8 \text{ kJ/kg}$

## ประสิทธิภาพในการเผาไหม้คิดที่ 85 %

### 7.3 จำนวนปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไอน้ำที่ลดลง

Specific enthalpy ของน้ำป้อนเข้าบอยเลอร์,  $h_w = 121.61 \text{ kJ/kg}$  (ที่ 29 องศาเซลเซียส)

Specific enthalpy ของไอน้ำที่ความดัน 24.5 บาร์,  $h_g = 2800.91 \text{ kJ/kg}$  (ค่า Total heat)

พลังงานความร้อนที่ลดลงในการผลิตไอน้ำ,

$$\begin{aligned} E &= m \times (h_g - h_w) \\ &= 1.91 \times (2800.91 - 121.61) \times 1000 \\ &= 5117.46 \text{ MJ/hr.} \end{aligned}$$

คิดเป็นปริมาณเชื้อเพลิงที่ลดลง,

$$\begin{aligned} M_f &= E / H_L \\ &= (5117.46 \times 1000) / (11466.8 \times 0.85) \\ &= 525.0 \text{ kg/hr.} \end{aligned}$$

โดยที่  $H_L =$  ค่าความร้อนต่ำของเชื้อเพลิงมีค่าเท่ากับ 11466.8 kJ/kg

ประสิทธิภาพในการเผาไหม้คิดที่ 85 %

จากผลต่างในข้อ 7.2 และ 7.3 จะได้ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ลดลง,

$$\begin{aligned} &= 525.0 - 348.5 \\ &= 176.5 \text{ kg/hr.} \end{aligned}$$

## 8. ผลการประหยัด

ระบบทำงาน 24 ชั่วโมง / วัน และ 300 วัน/ปี

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นสามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้} &= 176.5 \times 24 \times 300 \\ &= 1,270,800 \text{ kg/year} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{คิดเป็นค่าเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้} &= 101,664 \text{ บาท/ปี} \\ &(\text{ราคาไยปาล์ม } 0.08 \text{ บาท/kg}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{สามารถลดการใช้น้ำลงได้} &= 1.91 \times 24 \times 300 \\ &= 13,752 \text{ m}^3/\text{year.} \end{aligned}$$

$$\text{คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้} = 82,512 \text{ บาท/ปี}$$

$$\begin{aligned} \text{รวมเป็นเงินที่ประหยัดได้จากเชื้อเพลิงและน้ำ} &= 101,664 + 82,512 \\ &= 184,176 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

## 9. ระยะเวลาคืนทุน

ค่าดำเนินการติดตั้งท่อไอน้ำความยาว 12 เมตรเป็นเงินทั้งสิ้น	7,800 บาท
ค่าหุ้มฉนวนความยาว 12 เมตร เป็นเงินทั้งสิ้น	6,000 บาท

รวมเงินลงทุนทั้งสิ้น  
ระยะเวลาคืนทุน

13,800 บาท  
0.07 ปี