บทที่ 2
ทฤษฎีการผลิตแก๊สชีวมวล

การนำชีวมวลมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านพลังงานในปัจจุบัน ได้มีการค้นคว้าวิจัยอย่างจริงจัง ตั้งแต่เกิดวิกฤติการณ์ทางน้ำมันเมื่อปี 1973 ได้มีการคิดค้นวิธีที่สามารถเปลี่ยนชีวมวลให้อยู่ในรูปของแก๊สที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ โดยผ่านขบวนการแก๊สซิฟิเคชั่น สามารถนำไปใช้แทนน้ำมันเบนซิน น้ำมันโซล่าร์ ในการผลิตกำลังงานกล และนอกจากนั้นยังสามารถใช้ทดแทนน้ำมันเตาตลอดจนถ่านหินในระบบการผลิตไอน้ำเพื่อใช้ในภาคอุตสาหกรรมได้

2.1 เคมีพื้นฐานของกระบวนการผลิตแก๊ส

การเผาไหม้ชีวมวล

สมการที่ใช้ในการเผาไหม้โดยสมบูรณ์ของชีวมวลสามารถเขียนได้ ดังสมการ (2.1)

$$CH_{1.4}O_{0.6} + 1.05O_2 \rightarrow CO_2 + 0.7H_2O \qquad (2.1)$$

หลักการผลิตแก๊สชีวมวล

เชื้อเพลิงแข็งที่มีธาตุคาร์บอนในปริมาณมาก เพื่อที่จะเปลี่ยนไปเป็นแก๊ส จึงต้องการไฮโดรเจนหรือออกซิเจนในการทำปฏิกิริยา แต่ออกซิเจนในอากาศนั้นมีมาก ในขณะที่ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงที่หาได้ยากและมีราคาสูง ดังนั้น ในการผลิตแก๊สโดยทั่วไปจะใช้ออกซิเจนเป็นตัวทำปฏิกิริยา โดยการใช้ปริมาณของออกซิเจนเท่าที่จำเป็น เพื่อให้ได้แก๊สที่ต้องการ ตัวอย่างเช่นออกซิเจนที่ต้องการ เพื่อเปลี่ยนแปลงธาตุคาร์บอนให้เป็นแก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์ เป็นไปตามสมการ (2.2)

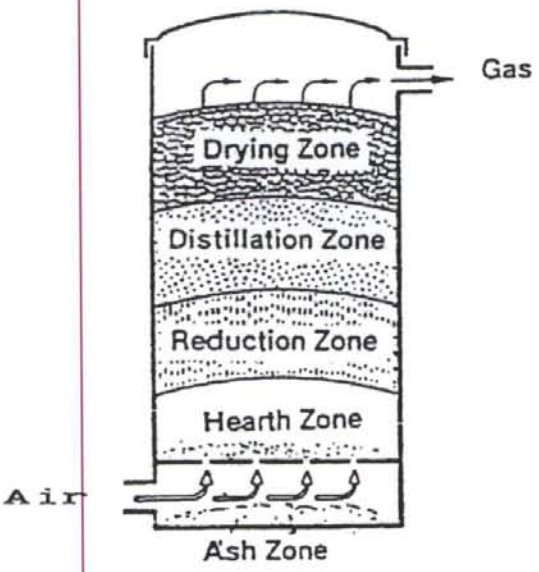
$$CH_{1.4}O_{0.6} + 0.2O_2 \rightarrow CO + 0.7H_2O \qquad (2.2)$$

แต่พลังงานจากแก๊สทางขวาของสมการ (2.2) มีมากกว่าทางซ้าย และในทางปฏิบัติจะมีแก๊สอื่นๆเกิดขึ้นด้วย เช่น CO_2 และ H_2O ด้วยเหตุนี้ จึงจำเป็นที่จะต้องใช้ปริมาณออกซิเจนมากกว่าสมการ (2.2) และสามารถเขียนสมการได้เป็นสมการ (2.3)

$$CH_{1.4}O_{0.6} + 0.4O_2 \rightarrow 0.7CO + 0.3CO_2 + 0.6H_2 + 0.1H_2O \qquad (2.3)$$

ทฤษฎีเตาแก๊สซิไฟเออร์ชีวมวล

เตาผลิตแก๊สที่นำมาทดสอบกับระบบเครื่องยนต์เชื้อเพลิงร่วมน้ำมันดีเซล-แก๊สชีวมวลนั้นจะเป็นเตาชนิด Downdraft gasifier ซึ่งจะแบ่งเป็น 4 โซนที่เกิดปฏิกิริยาดังรูปที่ 2.1



ประกอบด้วยโซนดังนี้

1. drying zone
2. pyrolysis or distillation zone
3. reduction zone
4. combustion zone

รูปที่ 2.1 แสดงเตาผลิตแก๊สชนิด Updraft และโซนการเกิดปฏิกิริยา

ถึงแม้ว่าในแต่ละโซนจะติดกัน แต่ก็สามารถแยกออกเป็นโซนต่างๆ ออกจากกันตามปฏิกิริยาเคมี และอุณหภูมิที่เกิดขึ้นแตกต่างกัน

1. drying zone

ในบริเวณโซนนี้ อุณหภูมิไม่สูงพอที่จะทำให้เกิดการสลายตัว ของสารจำพวกสารระเหย แต่ความชื้นในเชื้อเพลิง จะถูกความร้อนทำให้ระเหยออกมาในรูปของไอน้ำ โซนนี้จะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิประมาณ 100 °C ถึง 200 °C

$$wet\ \ biomass + heat \rightarrow dry\ \ biomass + steam \qquad (2.4)$$

2. pyrolysis zone

ในโซนนี้จะได้รับความร้อนจาก oxidation zone เพื่อที่จะสลายสารพวก organic ในเชื้อเพลิงทำให้ได้ เมทานอล กรดน้ำส้มและน้ำมันดิน โซนนี้จะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิประมาณ 200°C ถึง 500 °C ของแข็งที่

เหลืออยู่หลังจากกระบวนการนี้แล้ว คือ คาร์บอนในรูปของถ่านซึ่งจะทำปฏิกิริยาต่อใน reduction zone และ combustion zone ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในโซนนี้สามารถเขียนได้ดังนี้

$$dry\ \ biomass + heat \rightarrow charcoal + CO + CO_2 + H_2O + CH_4 + C_2H_6 + pyroligneous\ \ acids + tars \qquad (2.5)$$

3. combustion zone

combustion zone หรือบางทีอาจเรียกว่า oxidation zone อากาศจะถูกส่งผ่านเข้ามาในบริเวณนี้ เป็นตำแหน่งที่เชื้อเพลิงกับอากาศสัมผัสกันเป็นจุดแรก ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างออกซิเจนในอากาศ กับคาร์บอน และไฮโดรเจนในเชื้อเพลิง ซึ่งจะทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ ดังสมการ (2.6) และ (2.7)

$$C + O_2 \rightarrow CO_2 \qquad \text{.....(2.6)}$$

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O \qquad \text{.....(2.7)}$$

ปฏิกิริยาในสมการ และ (2.2) เป็นปฏิกิริยาแบบคายความร้อน และความร้อนที่เกิดขึ้นในโซนนี้จะถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาแบบดูดความร้อน reduction และ pyrolysis zone อุณหภูมิใน combustion zone มีประมาณ 1,100 °C ถึง 1,500 °C

4. reduction zone

เมื่ออากาศผ่านเข้าสู่ combustion zone แล้วทำปฏิกิริยากับคาร์บอน และแก๊สไฮโดรเจน ได้คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำแล้ว ก็จะไหลเข้าสู่ reduction zone ดังนั้น ปฏิกิริยาหลักในโซนนี้เป็นปฏิกิริยาแบบ reduction reaction อุณหภูมิโซนนี้จะอยู่ระหว่าง 500°C ถึง 900°C โซนนี้จะเปลี่ยนบางส่วนของแก๊สที่เผาไหม้ไม่ได้ (คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ) ที่เกิดขึ้นใน combustion zone ให้เป็นแก๊สที่สามารถเผาไหม้ได้ โดยที่คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำที่เกิดขึ้นไหลผ่านคาร์บอนที่กำลังลุกไหม้อยู่แล้ว กลายเป็นคาร์บอนมอนนอกไซด์ และไฮโดรเจน ดังสมการ

$$C + CO_2 \rightarrow 2CO \qquad \text{..... (2.8)}$$

$$C + H_2O \rightarrow CO + H_2 \qquad \text{..... (2.9)}$$

$$C + 2H_2O \rightarrow CO_2 + 2H_2 \quad \text{..... (2.10)}$$

$$CO + H_2O \rightarrow CO + H_2 \quad \text{..... (2.11)}$$

$$C + 2H_2 \rightarrow CH_4 \quad \text{..... (2.12)}$$

ปฏิกิริยาในสมการ (2.8) เรียกว่า boudouard reaction และปฏิกิริยาในสมการ (2.9) เรียกว่า water gas reduction เป็นปฏิกิริยาแบบดูดความร้อน เกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 900 °C และแก๊สที่ได้จาก 2 สมการนี้ เป็นแก๊สที่สามารถเผาไหม้ได้ ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลัก ในแก๊สที่ได้จากเตาผลิตแก๊สชีวมวล ในหลักการแล้วควรทำให้มี CO มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ปริมาณของคาร์บอนมอนนอกไซด์ในแก๊สชีวมวลนี้ ขึ้นอยู่กับว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สามารถเปลี่ยนเป็นแก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์ ได้มากเท่าไหร่ใน reduction zone การเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับความเร็วระหว่างแก๊สกับเชื้อเพลิงแข็งและพื้นที่ที่แก๊สสัมผัสกับเชื้อเพลิงแข็งใน reduction zone และอุณหภูมิใน reduction zone จากปฏิกิริยา ในสมการ (2.9) ถ้าอุณหภูมิใน reduction zone เป็น 900 °C แล้วคาร์บอนไดออกไซด์ 90% จะเปลี่ยนเป็นคาร์บอนมอนนอกไซด์ ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 1,100°C แล้ว คาร์บอนไดออกไซด์จะเปลี่ยนเป็นคาร์บอนมอนนอกไซด์หมด ดังนั้น ประสิทธิภาพของเตาผลิตแก๊ส จะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิของ reduction zone ในเตาผลิตแก๊ส

เมื่อแก๊สอุณหภูมิสูงจาก combustion zone ไหลเข้าสู่โซนนี้ อุณหภูมิสูงจะลดลง เนื่องจากปฏิกิริยาแบบดูดความร้อนในปฏิกิริยาในสมการ (2.8) และ (2.9) ปฏิกิริยาไอน้ำกับคาร์บอนเพื่อที่จะผลิตแก๊สไฮโดรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาในสมการ (2.10)

ที่อุณหภูมิต่ำ คือ ประมาณ 500 °C ถึง 600 °C ปฏิกิริยานี้มีความสำคัญ เพราะทำให้ส่วนผสมของไฮโดรเจนในแก๊สมีมากขึ้น ซึ่งมีผลทำให้แก๊สมีค่าพลังงานความร้อนสูงขึ้น ถ้ามีไอน้ำมากเกินไปไอน้ำอาจทำปฏิกิริยากับคาร์บอนมอนนอกไซด์ ทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรเจน ตามปฏิกิริยาในสมการ (2.9) ปฏิกิริยานี้เรียกว่า water gas shift reaction ทำให้ค่าความร้อนของแก๊สที่ได้ลดลง ดังนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องระมัดระวังเกี่ยวกับความชื้นของเชื้อเพลิง ที่จะนำเข้าสู่เตาผลิตแก๊ส ส่วนใหญ่ไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นใน reduction zone นี้ จะยังคงเป็นรูปของไฮโดรเจน อย่างไรก็ตามบางส่วนของไฮโดรเจน สามารถที่จะทำปฏิกิริยากับคาร์บอน ทำให้เกิดแก๊สมีเทนได้เล็กน้อย ดังปฏิกิริยาในสมการ (2.12) ซึ่งเรียกว่า methane production

2.2 ค่า Low Heating Value และ High Heating Value ของแก๊ส

ค่า Low Heating Value และ High Heating Value ของแก๊สชีวมวลสามารถหาได้โดยใช้ตารางที่ 2.1 และสมการที่ (2.13) และสมการที่ (2.14)

ตารางที่ 2.1 แสดงค่า High Heating Value of the Constituents ของแก๊ส

Gas	**High Heating Value** (kJ/kg mole)
CO	282,990
H_2	285,840
CH_4	890,360
C_2H_6	1,559,900

ค่า Low Heating Value (LHV) ต้องหาปริมาณน้ำ (H_2O) ที่จะเกิดขึ้นจากการเกิดปฏิกิริยาของ Combustion gas กับ O_2

สมการการเผาไหม้

$$H_2 + 0.5O_2 \rightarrow H_2O$$

kg/kg·mole 2 16 18

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

kg/kg·mole 16 64 44 36

$$C_2H_6 + 3.5O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

kg/kg·mole 30 112 88 54

ค่า Latent Heat ของ $\boldsymbol{H_2O = 2250\ \ kJ/kg \cdot mole}$

H_2 ต้องการความร้อนในการระเหยน้ำ $2250 \times 18 = 40500$ kJ/kg·mole

CH_4 ต้องการความร้อนในการระเหยน้ำ $2250 \times 36 = 810000$ kJ/kg·mole

C_2H_6 ต้องการความร้อนในการระเหยน้ำ $2250 \times 54 = 121500$ kJ/kg·mole

- การหาค่า Low Heating Value, (LHV หรือ H_s) หาได้จากสมการที่ (2.13)

$$H_s = (\text{mole fraction} \times (\text{HHV} - \text{Latent heat})) \qquad (2.13)$$

- การหาค่า High Heating Value, (HHV หรือ H_g) หาได้จากสมการที่ (2.14)

$$H_g = (\text{mole fraction} \times HHV) \times \rho \qquad (2.14)$$

การคำนวณหาประสิทธิภาพของเตาผลิตแก๊สแบบ Downdraft

การคำนวณหาประสิทธิภาพของเตาผลิตแก๊สชีวมวลหาได้จากสมการ (2.15)

$$\eta = \frac{H_g \times Q_g}{H_s \times M_s} \times 100 \qquad (2.15)$$

เมื่อ

η แทน ประสิทธิภาพของเตาผลิตแก๊ส (Mechanical efficiency), %

H_g แทน High heating value of gas, kJ/m^3

H_s แทน Heating value of solid fuel, kJ/kg

Q_g แทน Volume flow of gas, m^3/s

M_s แทน Gasifier solid fuel consumption, kg/s

2.3 คุณสมบัติของเชื้อเพลิงสำหรับ Gasifier

ปัจจัยที่มีผลต่อการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในเตา ที่สำคัญมี ดังนี้

1. ขนาดของเชื้อเพลิง
2. น้ำหนักต่อปริมาตรทั้งหมด (bulk weight)
4. ปริมาณฝุ่นในเชื้อเพลิง
5. ปริมาณน้ำมันดิน (tar)
6. ปริมาณความชื้น (Moisture Content)
7. ปริมาณเถ้า และสแลค (Ash and slag content)
8. reaction response
9. เสถียรภาพของการเผาไหม้ (stability of combustion)

ตารางที่ 2.2 แสดงมวลต่อปริมาตรของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

ชนิด	bulk weight, kg/m^3
ถ่านไม้	200
พีท	320
ไม้ฟืน	350
ลิกไนท์ (ย่อยเป็นชิ้น)	760
แอนทราไซท์	800

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าความชื้นเฉลี่ยของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

ชนิดของเชื้อเพลิง	ค่าความชื้น (%)
ไม้ฟืนตากแห้ง	15-25
ไม้ฟืนตัดมาใหม่ๆ	สูงกว่า 60
ถ่านไม้	3-5
พีช	20-25
ทะลายปาล์ม	50 – 60

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแก๊ส

ในการที่จะเปลี่ยนชีวมวลให้เป็นแก๊สเชื้อเพลิง จะต้องทำการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของแก๊สเชื้อเพลิงและหาพลังงานที่มีอยู่ภายในแก๊สเชื้อเพลิง นั้นโดยทั่วไปจะใช้อุปกรณ์วิเคราะห์ที่เรียกว่า ออแซท แอปปาเรทัส (orsat apparatus) หรือ แบบแก๊สโครมาโตกราฟ (gas chromatograph)

การหาพลังงานของแก๊สเชื้อเพลิง

โดยทั่วไปพลังงานของแก๊สเชื้อเพลิงจะมีหน่วยเป็น kJ/kg พลังงานที่มีอยู่ในแก๊ส คือความร้อนจากการเผาไหม้ของแก๊สเชื้อเพลิง ส่วนพลังงานที่มีอยู่ในชีวมวลที่นำมาผลิตแก๊สเชื้อเพลิงจะวัดได้โดยเครื่องวัดความร้อนจากการเผาไหม้ (Bomb calorimeter) ซึ่งเชื้อเพลิงแข็งที่จะถูกเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ จะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และน้ำ (H_2O) ค่าที่หาได้จะเรียกว่าค่าความร้อนข้างสูง (higher heating value) เพราะว่ารวมค่าความร้อนแฝงที่ต้องทำให้น้ำกลายเป็นไอด้วย ส่วนค่าความร้อนที่ถูกต้องเพื่อนำไปใช้งานเป็นค่าความร้อนข้างต่ำ (lower heating value)

ทั้งนี้เพราะว่า น้ำมันมีราคาถูกและใช้สะดวกกว่ากันมาก แต่ความสนใจในเทคโนโลยีนี้ได้เกิดขึ้นอีกครั้งหนึ่งหลังจากเกิดวิกฤติการณ์น้ำมันขึ้น จึงได้มีการเริ่มวิจัยและพัฒนากันใหม่อีกครั้ง เพื่อจะนำเทคโนโลยีแก๊สชีวมวลมาใช้ ในประเทศกำลังพัฒนาได้มีความสนใจต่อเทคโนโลยีนี้มากเพราะประเทศกำลังพัฒนาส่วนใหญ่มีชีวมวลมากและมีปัญหาทางด้านเศรษฐกิจอันเนื่องมาจากน้ำมันมีราคาสูง

2.4 ระบบการเผาไหม้เพื่อนำมาความร้อนไปใช้ในอุตสาหกรรม

แก๊สเชื้อเพลิงเป็นเชื้อเพลิงที่รู้จักกันดีและมีการใช้งานกันแพร่หลาย ตั้งแต่การใช้งานขนาดเล็กตามบ้านเรือนเพื่อหุงต้ม ทำน้ำร้อน ทำอากาศอุ่นในบ้าน การใช้งานขนาดปานกลางเพื่อการพาณิชย์ไปจนถึงการใช้ขนาดใหญ่ในอุตสาหกรรม แก๊สเชื้อเพลิงมีข้อได้เปรียบหลายประการ ได้แก่

1. เป็นเชื้อเพลิงที่สะอาด องค์ประกอบไม่เปลี่ยนแปลงมากให้ค่าความร้อนสูง
2. การผสมระหว่างแก๊สและอากาศทำได้ง่ายทำให้เผาไหม้ได้สมบูรณ์โดยไม่จำเป็นต้องใช้อากาศเกินพอหรือใช้เพียงเล็กน้อย
3. การใช้และการควบคุมอัตราการป้อนแก๊สเข้าสู่อุปกรณ์กระทำได้ง่าย
4. การเผาไหม้สะอาดได้ฟลูแก๊สที่สะอาด ไม่มีเถ้า ไม่มีแก๊สกรด จึงไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายด้านการกำจัดสารมลพิษ
5. สามารถควบคุมบรรยากาศหลังเผาไหม้ได้ง่าย (ในกรณีหัวเผาอุตสาหกรรม) จึงเหมาะสำหรับเตาเผาที่ต้องการควบคุมบรรยากาศในเตาเผาเพื่อให้วัสดุที่นำมาเผาเกิดปฏิกิริยาตามต้องการ เช่น เตาเผาโลหะ เซรามิกส์ เป็นต้น

แก๊สเชื้อเพลิงมีข้อจำกัดอยู่บ้าง ได้แก่ การขนส่งและการเก็บต้องคำนึงถึงความปลอดภัย และอุปกรณ์ที่ใช้ต้องมีมาตรฐานและต้องตรวจสอบเป็นประจำ เพื่อป้องกันอันตรายจากการรั่วไหลและการเกิดอัคคีภัย นอกจากนี้เปลวไฟจากการเผาไหม้แก๊สเชื้อเพลิงให้ความร้อนชนิดแผ่รังสีต่ำกว่าเชื้อเพลิงเหลวและเชื้อเพลิงแข็ง ประสิทธิภาพการถ่ายโอนความร้อนจึงต่ำกว่า โดยเฉพาะหม้อไอน้ำอุตสาหกรรมไม่นิยมใช้แก๊สเชื้อเพลิง อย่างไรก็ดี เนื่องจากความสะดวกและสะอาด ตลอดจนจนบรรยากาศจากการเผาไหม้ที่ควบคุมได้ง่าย แก๊สเชื้อเพลิงจึงเป็นเชื้อเพลิงที่ดีที่สุดในการให้ความร้อนในภาคเศรษฐกิจต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรม โลหะ เซรามิกส์และแก้ว

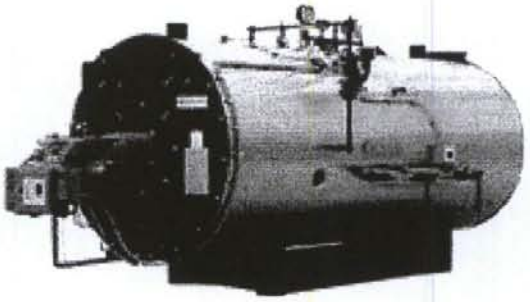
อุตสาหกรรมส่วนมากใช้เชื้อเพลิงผลิตไอน้ำเพื่อใช้ในกระบวนการผลิต ในโรงงานขนาดใหญ่เมื่อผลิตไอน้ำแล้วมักจะทำให้ทำงานในกังหันไอน้ำเพื่อผลิตพลังงานก่อน แล้วจึงนำไอน้ำขาออกไปใช้ในกระบวนการผลิต ในโรงงานขนาดเล็กอาจใช้ไอน้ำโดยตรง หรือทำน้ำร้อน สำหรับโรงไฟฟ้า ถ้าแก๊สความดันสูงทำงานในกังหันแก๊สแล้วจึงนำไปผลิตไอน้ำเพื่อให้ทำงานในกังหันไอน้ำอีกครั้งหนึ่ง ถ้าใช้เชื้อเพลิง

เหลวหรือถ่านหินมักผลิตไอน้ำความดันสูงเพื่อทำงานในกังหันไอน้ำที่ต่อกันเป็นชุด ดังนั้น ไอน้ำจึงทำหน้าที่ได้ทั้งเป็นของไหลที่มีพลังงานสูงสามารถให้งานออกมาได้ และเป็นตัวกลางให้ความร้อนแก่ระบบ

หม้อไอน้ำและการใช้ไอน้ำในภาคอุตสาหกรรม

1. ใช้ไอน้ำเพื่อเป็นตัวกลางให้ความร้อน

คุณสมบัติของไอน้ำเพื่อเป็นตัวกลางให้ความร้อนในกระบวนการแตกต่างจากเพื่อนำไปทำงานให้กำลัง ในการทำหน้าที่เป็นตัวกลางให้ความร้อน สมบัติที่ดีคือต้องมีความจุความร้อนสูง และทำงานที่อุณหภูมิคงที่ นั่นคือ ความเป็นไอน้ำอิ่มตัวและแห้ง (dry saturated steam) ส่วนคุณสมบัติที่ดีเพื่อทำงานให้กำลัง คือ ต้องมีค่าเอนทัลปี (Enthalpy) สูงและความดันสูง การใช้ไอน้ำเป็นตัวกลางให้ความร้อนในกระบวนการมักกระทำโดย



รูปที่ 5 หม้อผลิตไอน้ำขนาดเล็ก

- ผ่านขดท่อไอน้ำ (steam coil) ซึ่งจุ่มอยู่ในสารละลายที่ต้องการต้มให้เดือด
- ผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อทำให้ของไหลอีกชนิดหนึ่งร้อนขึ้น
- ผ่านเข้าไปในเปลือกไอน้ำ (steam jacket) ซึ่งหุ้มอุปกรณ์ที่ต้องการให้ความร้อน

หม้อไอน้ำเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ผลิตไอน้ำหรือน้ำร้อน โดยอาจเป็นชนิดที่มีห้องเผาไหม้หรือไม่มีห้องเผาไหม้ก็ได้ ชนิดหลังรับแก๊สร้อนจากแหล่งภายนอกมาให้ความร้อนแก่น้ำ เรียกหม้อไอน้ำจากความร้อนเหลือทิ้ง (waste heat boilers) เพราะใช้ความร้อนที่เหลือทิ้งจากกระบวนการมาผลิตไอน้ำ เช่น ในระบบผลิตพลังงานร่วม หม้อไอน้ำชนิดที่มีห้องเผาไหม้อาจเรียกเต็ม ๆ ว่า หม้อไอน้ำใช้เชื้อเพลิงเผาไหม้ (fuel – fired boilers) ถ่ายโอนความร้อนจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ไปให้น้ำในรูปความร้อนร้อนแฝง ในหัวข้อนี้เป็นเนื้อหาของหม้อไอน้ำชนิดที่มมีห้องเผาไหม้เป็นส่วนใหญ่

หัวใจสำคัญไอน้ำ คือต้องมีประสิทธิภาพทางความร้อนสูง ซึ่งหมายถึงการออกแบบให้มีการถ่ายโอนความร้อนกับพื้นที่ผิวที่รับความร้อนอย่างดี

พัฒนาการของหม้อไอน้ำมีมาต่อเนื่องเริ่มตั้งแต่ หม้อไอน้ำแบบตั้งแบบนอน แบบแลงแคเชอร์ไปจนถึงแบบท่อไอน้ำ ทั้งที่ใช้ในรถไฟและติดตั้งอยู่กับที่ และมีหลากหลายขนาดตั้งแต่การใช้งานภายในบ้าน

ไปจนถึงโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก-ใหญ่ ไปจนถึงหม้อไอน้ำสำหรับโรงจักรไฟฟ้า หม้อไอน้ำแบ่งกลุ่มใหญ่สองกลุ่มคือ แบบท่อไฟและแบบท่อน้ำ

จากการศึกษาที่ผ่านมาของคณะวิจัยนี้พบว่า การเผาไหม้ของชีวมวลทำให้เกิดความร้อนสามารถนำไปใช้ต้มน้ำให้กลายเป็นไอได้ สามารถใช้ทดแทนเชื้อเพลิงน้ำมันโซล่าร์ น้ำมันเตา ตลอดจนแก๊ส แอล พี จี ได้

การวิจัยนี้เริ่มด้วยการออกแบบคำนวณและสร้างเตาแก๊สซิไฟเออร์แบบ Updraft ขนาด 120 kWth ความร้อน เพื่อให้สามารถผลิตความร้อนและแก๊สเชื้อเพลิงเพียงพอต่อหม้อไอน้ำขนาด 100 kg/hr ให้ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ดังกล่าวมาข้างต้น