การผลิตไฟฟ้าจากไม้โดยใช้เครื่องก๊าซซิไฟเออร์และเครื่องยนต์

นิตยา พัฒนรัชต์*

* สำนักส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรุงเทพฯ

บทนำ

ในสภาวการณ์ปัจจุบันน้ำมันปิโตรเลียมสำรองมีปริมาณเหลือน้อยลงมากทำให้มีราคาสูงขึ้น จึงจำเป็นที่จะต้องหาแหล่งพลังงานอื่นมาทดแทน ทางเลือกหนึ่งที่สามารถทำได้และเหมาะสมกับประเทศไทยก็คือ การผลิตพลังงานชีวมวล ซึ่งจัดเป็นพลังงานทดแทนชนิดพลังงานหมุนเวียนมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยอาจเป็น ชีวมวลที่เหลือจากภาคเกษตรกรรมหรือไม้ที่ได้จากการปลูกในไร่หมุนเวียน (ตารางที่ 1) ด้วยการนำมาแปรรูปจากเชื้อเพลิงที่เป็นของแข็งให้อยู่ในรูปของก๊าซในเครื่องก๊าซซิไฟเออร์ (Gasifier) ซึ่งเป็นการเผาไม้ที่ไม่สมบูรณ์ จะได้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) และก๊าซมีเทน (CH_4) (ตารางที่ 2) ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันในเครื่องยนต์สันดาปภายในได้ ระบบที่ประกอบด้วยเครื่องก๊าซซิไฟเออร์และเครื่องยนต์นี้สามารถใช้เป็นเครื่องต้นกำลังทางกลเพื่อขับเครื่องปั่นไฟ (ภาพที่ 1 และ 2) เครื่องสูบน้ำ หรือเครื่องจักรกลในทางการเกษตร เป็นต้น เหมาะกับชนบทที่อยู่ห่างไกลไฟฟ้าเข้าไม่ถึง หรือเป็นการผลิตไฟฟ้าเสริมระบบไฟฟ้าในปัจจุบัน

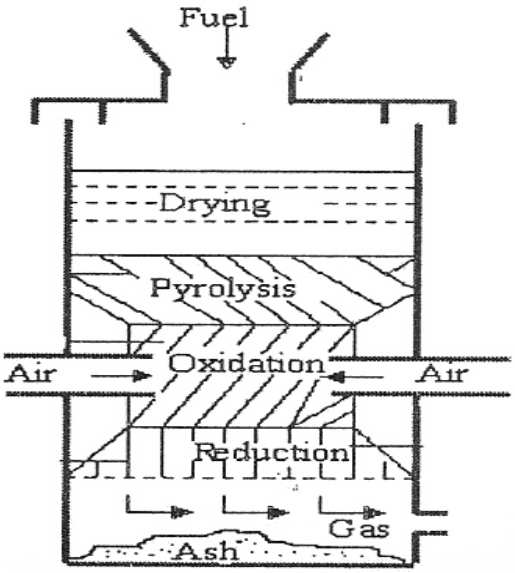
ตารางที่ 1. องค์ประกอบของถ่านไม้

Fixed Carbon	75 – 80 %
Volatite Matter	7 – 9 %
Moisture Content	2 – 3 %
Heating Value	28,000 kJ/kg
Ash	7 – 10 %

ตารางที่ 2. องค์ประกอบก๊าซชีวมวลจากถ่านไม้

H_2	9 – 15 %	Method
CO	20 – 24 %	GC – TCD
CO_2	8 – 12 %	
CH_4	0.1 – 0.5 %	
N_2	45 – 57 %	

ภาพที่ 1. ระบบเครื่องก๊าซซิไฟเออร์และเครื่องยนต์ขนาดเล็กที่ใช้ผลิตไฟฟ้า



ภาพที่ 2. โซนต่างๆ ในเครื่องก๊าซซิไฟเออร์

เครื่องยนต์ก๊าซซิไฟเออร์

1. ทฤษฎีและหลักการทำงาน

กระบวนการก๊าซซิฟิเคชั่น (Gasification Process) จะเปลี่ยนเชื้อเพลิงแข็ง (ไม้) ให้กลายเป็นก๊าซเชื้อเพลิงโดยเครื่องก๊าซซิไฟเออร์ จากกระบวนการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ คาร์บอนไดออกไซด์จะได้มาจากคาร์บอนและออกซิเจน ส่วนน้ำจะได้มาจากไฮโดรเจน กระบวนการเผาไหม้เกิดในบริเวณ Oxidation Zone จะคายความร้อนออกมาด้วย ตามสมการปฏิกิริยาทางเคมีดังนี้

$$C + O_2 \longleftrightarrow CO_2 + 401.9 \text{ kJ/mol}$$

$$H_2 + \tfrac{1}{2} O_2 \longleftrightarrow H_2O + 241.1 \text{ kJ/mol}$$

ในเครื่องก๊าซซิไฟเออร์ทุกชนิด คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และไอน้ำ (H_2O) จะถูกรีดิวซ์ (Reduced) เป็นคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรเจน (H_2) และมีเทน (CH_4) บ้างเล็กน้อย ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นใน Reduction Zone ของเตาก๊าซซิไฟเออร์เป็นดังนี้

a) $C + CO_2 \longleftrightarrow 2CO - 164.9 \text{ kJ/kmol}$

b) $C + H_2O \longleftrightarrow CO + H_2 - 122.6 \text{ kJ/kmol}$

c) $CO + H_2 \longleftrightarrow CO + H_2O - 42.3 \text{ kJ/kmol}$

d) $C + 2H_2 \longleftrightarrow CH_4 - 0.0 \text{ kJ/kmol}$

e) $CO + 3H_2 \longleftrightarrow CH_4 + H_2O + 205.9 \text{ kJ/kmol}$

สมการ a) และ b) เป็นสมการหลักของปฏิกิริยา Reduction ซึ่งแสดงให้เห็นว่าต้องการความร้อน ดังนั้นจึงทำให้อุณหภูมิของก๊าซลดลงในระหว่างเกิด Reduction

2. วิธีการใช้งาน

ต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าจากไม้นี้จะประกอบด้วย เครื่องก๊าซซิไฟเออร์ เครื่องยนต์ และเครื่องปั่นไฟ โดยภายในเครื่องก๊าซซิไฟเออร์จะเกิดกระบวนการตามปฏิกิริยาทางเคมีแบ่งตามโซนต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 2 เมื่อเติมไม้ขนาด 2.5 – 5 เซ็นติเมตร ลงในเครื่องก๊าซซิไฟเออร์ จุดให้ติดไฟ เปิดพัดลม (Blower) ป้อนอากาศ ประมาณ 10 นาที จะได้ก๊าซเชื้อเพลิงออกมาไหลเข้าสู่เครื่องไซโคลนคูลเล่อร์และฟิลเตอร์ซึ่งจะช่วยทำให้ก๊าซชีวมวลมีความสะอาดและมีอุณหภูมิที่เหมาะสม จากนั้นสตาร์ทเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันเบนซินก่อน เมื่อเครื่องยนต์ทำงานแล้วจึงเปลี่ยนมาใช้ก๊าซชีวมวล ปรับความเร็วรอบการทำงานให้ได้แรงเคลื่อนไฟฟ้าประมาณ 220 โวลต์ 50 เฮิรท์ซ

ในการทำงานที่ภาระเท่ากันเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 จะปล่อย CO_2 ออกมา 8 – 9 % ในขณะที่ใช้ก๊าซจากไม้การปล่อย CO_2 จะลดลงเหลือเพียง 2.83 % เท่านั้น ทำให้สามารถลดปริมาณ CO_2 ที่เกิดขึ้นและช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนได้

ผลการทดลองกับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนขนาดเล็กความจุ 196 ซีซี 6.5 แรงม้า สามารถขับเจนเนอเรเตอร์ (เครื่องปั่นไฟขนาด 2.2 kVA) ผลิตไฟฟ้าได้สูงสุด 1 กิโลวัตต์ ขับปั๊มสูบน้ำขนาด 0.5 แรงม้า มีอัตราการไหล 90 ลิตรต่อนาที ที่ความสูงน้ำ 5 เมตร สามารถทำงานต่อเนื่องได้ 3-4 ชั่วโมง โดยมีความสิ้นเปลืองไม้ประมาณ 4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

3. ข้อดีและประโยชน์

1. ระบบไฟฟ้านี้ช่วยลดการใช้น้ำมันให้น้อยลง โดยใช้พลังงานชีวมวลทดแทน

2. ด้วยการนำเศษวัสดุจากไม้มาใช้ผลิตไฟฟ้า สูบน้ำ และใช้ขับเครื่องจักรกลขนาดเล็กในทางเกษตรกรรม จะเป็นการลดปัญหาทั้งด้านการขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศให้น้อยลง

3. สามารถชาร์จแบตเตอรี่

4. ระบบที่มีขนาดใหญ่ขึ้นสามารถเชื่อมต่อกับสายส่งการไฟฟ้า

5. ก๊าซที่เหลือสามารถนำไปใช้อบแห้งโดยเฉพาะพืชผลทางการเกษตร

6. CO_2 Emission ต่ำ ช่วยลดภาวะโลกร้อน

4. การดูแลและบำรุงรักษา

1. หมั่นระบายขี้เถ้าออกจากเตาก๊าซซิไฟ-เออร์และฝุ่นออกจากไซโคลนทุกๆ วัน

2. ทำความสะอาดผ้ากรองในฟิลเตอร์และระบบท่อส่งก๊าซบ่อยๆ

3. ตรวจเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นให้เร็วขึ้น

4.หมั่นตรวจเช็คและทำความสะอาดหัวเทียนทุกๆ 100 ชั่วโมง

5. เปิดฝาสูบทำความสะอาดทุกๆ 100 ชั่วโมง

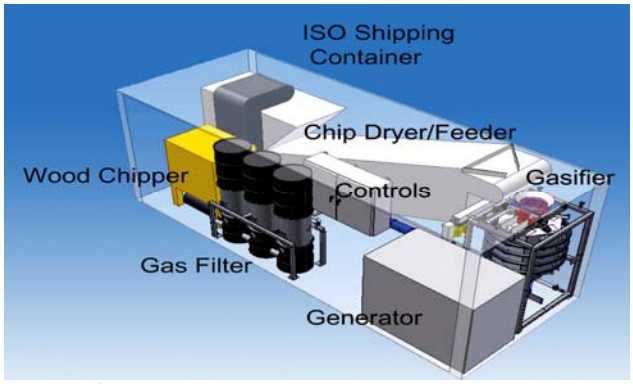
ตัวอย่างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กเชิงการค้าในต่างประเทศ

ลักษณะของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจะประกอบด้วย (ภาพที่ 4 และ 5)

1. ชุดผลิตไฟฟ้าประกอบการติดตั้งอยู่ในตู้คอนเทนเนอร์ ตามมาตรฐานสากลเหมาะสำหรับ

2. ไม้จะถูกย่อยให้มีขนาดเล็กลง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าในเครื่อง Wood Chipper

3. ลำเลียงไม้ที่ถูกย่อยแล้วผ่านระบบการอบแห้งและนำเข้าสู่เครื่อง Gasifier เพื่อแปลงไม้ให้เป็นก๊าซเชื้อเพลิง ด้วยกระบวนการ Gasification



ภาพที่ 4. ส่วนประกอบของโรงไฟฟ้าขนาดเล็ก

ภาพที่ 5. ลักษณะของโรงไฟฟ้าขนาดเล็กที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

4. นำก๊าซเชื้อเพลิงเข้าสู่เครื่องกรองและนำเข้าป้อนให้เครื่องยนต์เพื่อเดินเครื่อง

5. เครื่องยนต์จะขับเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า (Generator)

6. ไอเสียจากเครื่องยนต์จะได้รับการกรองมลพิษ ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานควบคุม

7. ชุดควบคุมการทำงานจะทำงานตามโปรแกรมที่กำหนด

แนวทางการพัฒนาในอนาคต

เครื่องยนต์ก๊าซซิไฟเออร์นี้สามารถทำงานได้ดีในระดับหนึ่ง ขณะนี้มีความพยายามในการขยายขนาดให้ได้กำลังการผลิตถึง 2 เม็กกะวัตต์ โดยใช้ระบบเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนใช้ชีวมวลหรือเครื่องยนต์ดีเซลระบบเชื้อเพลิงร่วม (Dual Fuel System) ซึ่งจะทำให้ระบบจะมีความเสถียรและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ในขณะที่ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel Consumption) ลดลง นอกจากนี้ยังจะต้องปรับปรุงคุณภาพของก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จากเตาก๊าซซิไฟเออร์ให้มีความสะอาด ตลอดจนการลดปริมาณน้ำมันทาร์ (Tar) ให้เหลือน้อยที่สุด เพื่อให้มีความเหมาะสมและสามารถใช้กับเศษวัสดุเหลือใช้อื่นๆ ได้หลากหลายมากขึ้น

สรุป

เครื่องยนต์ก๊าซซิไฟเออร์ที่ใช้ถ่านไม้นี้สามารถทำงานและใช้ในชนบทห่างไกลที่ไฟฟ้าเข้าไม่ถึง สามารถนำไปใช้ขับปั๊มสูบน้ำหรือใช้เป็นเครื่องต้นกำลังขนาดเล็กได้ ช่วยให้เกษตรกร ชาวไร่ชาวสวน สามารถพึ่งพาตนเองได้ นับเป็นอีก

บรรณานุกรม

ศุภวิทย์ ลวณะสกล, ชูกฤษ เขียวเพชร, วิษณุธร เอี่ยมประชา และ วุฒิชัย เพชรเกื้อ. (2546).**การศึกษาเตาก๊าซซิไฟเออร์ชนิดดาวน์ดราฟท์**. ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

Bridgwater, A. V. (1993). **Advances in Thermochemical Biomass Conversion** (Volume 1). Cambbridge: Chapman & Hall.

Egneus, H., and Ellegard, A. (1985). **Bioenergy 84 : Biomass Conversion** (Volume 3). London: Elsevier.

Ferrero, G. L., and Bridgwater, A. V. (1989). **Pyrolysis and Gasification**. New York: Elsevier Applied Science.

Marcio L. de Souza-Santos. (2004). **Solid Fuels Combustion and Gasification**. New York: Marcel Dekker.

Reed, T. B. (1981). **Biomass Gasification Principles and Technology**. New Jersey: Noyes Data Corporation.

Sofer, S. S., and Zaborsky, O. R. (1981). Biomass Conversion Processes for Energy and Fuels. New York: Plenum Press.

Sunggyu Lee. (1996). **Alternative Fuels**. Washington D.C: Taylor & Francis.