วารสาร มทร.อีสาน
ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ISSN 1906-215X

ระบบผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลอัดเม็ดโดยใช้เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชัน

Biomass Pellets Electrical Power Generation System by Using Gasification Technology

เจนศักดิ์ เอกบูรณะวัฒน์[1*]

Received: May, 2018; Accepted: June, 2018

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลอัดเม็ดโดยใช้เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชัน ระบบที่สร้างขึ้นประกอบด้วย ชุดสกรูลำเลียงเชื้อเพลิงเข้าสู่เตาแก๊สซิไฟเออร์ มอเตอร์สร้างแรงสั่นสะเทือนเพื่อใช้แก้ปัญหาเรื่องการเกิดโพรงของเชื้อเพลิงภายในเตาแก๊สซิไฟเออร์ และระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ เพื่อให้ระบบเกิดความปลอดภัยและง่ายต่อการใช้งาน ระบบที่สร้างขึ้นนี้ผลิตโปรดิวเซอร์แก๊สได้อย่างต่อเนื่อง เพราะสามารถเติมเชื้อเพลิงเข้าระบบได้โดยไม่ต้องหยุดการทำงาน เชื้อเพลิงที่ระบบใช้เป็นชีวมวลอัดเม็ดที่มีขนาดเล็ก ง่ายต่อการลำเลียงเข้าเตา ให้พลังงานสูงและมีความชื้นต่ำ การทดสอบระบบทำโดยการเผาชีวมวลอัดเม็ดในเตาแก๊สซิไฟเออร์เพื่อผลิตโปรดิวเซอร์แก๊ส ใช้ชีวมวลอัดเม็ดปริมาตร 20 ลิตร สามารถผลิตโปรดิวเซอร์แก๊สได้ประมาณ 40 นาที การสั่นเขย่าเตาทุก ๆ 10 นาที สามารถแก้ปัญหาการเกิดโพรงของเชื้อเพลิงในเตาได้ เมื่อเชื้อเพลิงใกล้หมดสามารถป้อนเชื้อเพลิงชุดใหม่เข้าเตาแก๊สซิไฟเออร์โดยไม่ต้องหยุดการทำงาน ระบบจึงสามารถจ่ายโปรดิวเซอร์แก๊สให้กับเครื่องยนต์ต้นกำลังของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดที่ 590 วัตต์

คำสำคัญ : ระบบผลิตไฟฟ้า; เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด; แก๊สซิฟิเคชัน; โปรดิวเซอร์แก๊ส;

[1] *Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Rattanakosin, Salaya, Nakhon Pathom*
[*] *Corresponding Author E - mail Address: jensak.eak@rmutr.ac.th*

Abstract

This research is a development of the biomass pellets power generation system by using gasification technology. This system consisted of a screws conveyer transporting fuel into the gasifier stove. Motor vibration to deal with the cavity of fuel that occurs inside the gasifier stove and control cabinets in the system for ease of use and to ensure safety. The system can produce producer gas continuously because they can refuel without stopping the system. The experiment use biomass pellets to testing system because it's easy to transport fuel into gasifier stove. High energy and low humidity. The experiment is burning biomass pellets in a gasifier stove to produce producer gas. Used 20-liter biomass pellet can produce producer gas for about 40 minutes. The cavity of fuel sole by vibrate the stove every 10 minutes. When fuel is exhausted, new fuel is fed into the gasifier by screw conveyor. The system is able to continuously supply producer gas to the generator engine. The generator can supply a maximum power of 590 watts to load.

Keywords: Power Generation; Biomass Pellet; Gasification; Producer Gas

บทนำ

ในปัจจุบันความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในประเทศนั้นเพิ่มสูงขึ้นทุกปีตามอัตราการเติบโตของเศรษฐกิจ ในขณะที่ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นนั้นพื้นที่ชนบทหลายแห่งในประเทศก็ยังไม่มีพลังงานไฟฟ้าใช้ ในปัจจุบันพื้นที่ชนบทที่ยังไม่มีไฟฟ้าการผลิตไฟฟ้าอาจใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้พลังงานจากน้ำมัน หรือพลังงานจากน้ำ เช่น ลำธารหรือน้ำตก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ การใช้พลังงานทดแทน เช่น แสงอาทิตย์หรือพลังงานลมก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง แต่มีข้อจำกัดในเรื่องของช่วงเวลาการใช้งาน ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมและมีเศษวัสดุเหลือจากการเกษตรมากมาย ซึ่งชีวมวลเหล่านี้เป็นพลังงานทดแทน (Renewable Energy) ที่สามารถนำมาเผาไหม้ให้ความร้อนได้โดยตรง เมื่อแปรรูปเชื้อเพลิงเหล่านี้ให้อยู่ในรูปของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจะทำให้ปริมาณความร้อนของชีวมวลสม่ำเสมอและสูงขึ้น ลดปริมาตรของเชื้อเพลิง และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายมากขึ้น [1]

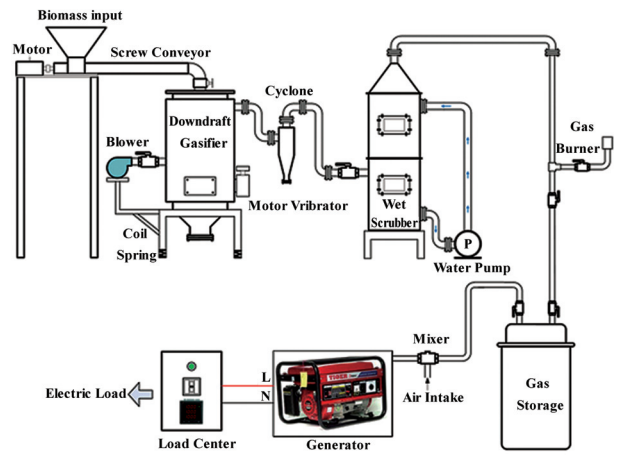
รูปที่ 1 เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด

เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด (Wood Pellets) [2] เป็นเชื้อเพลิงชีวมวลที่มีความหนาแน่นสูงจึงมีประสิทธิภาพการเผาไหม้ดีกว่าชีวมวลทั่วไป และยังผลิตได้จากวัสดุที่หลากหลาย เช่น เหง้ามันสำปะหลัง ซังข้าวโพด เปลือกยูคาลิปตัส เศษวัสดุไม้แปรรูปจากการทำเฟอร์นิเจอร์ ไม้ยืนต้นตาย รวมถึงกิ่งไม้ที่ได้จากการตัดแต่งอีกด้วย ลักษณะทางกายภาพของชีวมวลอัดเม็ดแสดงดังรูปที่ 1

การผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจะนำชีวมวลมาผ่านกระบวนการย่อยและลดความชื้น แล้วนำมาอัดเป็นแท่ง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 - 10 มิลลิเมตร ความยาว 20 - 50 มิลลิเมตร จากนั้นจึงนำไปลดอุณหภูมิ โดยรักษาความชื้นให้อยู่ระหว่างร้อยละ 8 - 15 จึงทำให้ได้ค่าความร้อนสูง เหมาะกับการนำไปใช้งานเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องกำเนิดไอน้ำ (Boiler) และยังใช้ในเตาเผาสำหรับอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทำให้ได้เปรียบเชื้อเพลิงชีวมวลประเภทอื่นทั้งในด้านพื้นที่จัดเก็บ และด้านการขนส่งระยะทางไกล ชีวมวลอัดเม็ดมีค่าความหนาแน่นสูงถึง 600 - 650 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าความร้อน 6,000 - 6,500 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ทำให้มีการเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์ จึงสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นหนึ่งในก๊าซเรือนกระจกต้นเหตุของสภาวะโลกร้อนได้ [3] - [4] แนวคิดของงานวิจัยนี้คือการนำเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดมาเปลี่ยนรูปจากเชื้อเพลิงแข็งให้อยู่ในรูปของแก๊สเชื้อเพลิง (Producer Gas) โดยใช้กระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน แล้วนำโปรดิวเซอร์แก๊สที่ผลิตได้ไปใช้เดินเครื่องยนต์ต้นกำลังสำหรับการใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ก็คือสร้างระบบผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันขนาดเล็ก และหาวิธีการป้อนเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดเข้าสู่เตาแก๊สซิไฟเออร์อย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องหยุดการทำงานของเตาเพื่อให้ระบบสามารถผลิตไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง [5] - [6]

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบสร้างและทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลอัดเม็ดโดยใช้เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันที่ประกอบด้วย เตาแก๊สซิไฟเออร์แบบอากาศไหลลง ระบบลำเลียงเชื้อเพลิงอัดเม็ด ระบบสั่นสะเทือนเพื่อสร้างแรงเขย่าทำให้เชื้อเพลิงไม่ก่อตัวเป็นโพรงทำให้เตาสามารถผลิตโปรดิวเซอร์แก๊สได้อย่างต่อเนื่อง ระบบทำความสะอาดแก๊ส ระบบกักเก็บแก๊ส และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แผนภาพรวมของระบบแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภาพรวมของระบบ

กระบวนการผลิตโปรดิวเซอร์แก๊ส

การเปลี่ยนเชื้อเพลิงชีวมวลให้เป็นโปรดิวเซอร์แก๊สจะใช้กระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกใช้เตาแก๊สซิไฟเออร์แบบอากาศไหลลง (Down Draft) เพราะเตาชนิดนี้สามารถผลิตแก๊สที่ไม่มีสิ่งปะปนออกมามากนัก ปกติโปรดิวเซอร์แก๊สที่ได้จะมีความร้อนสูง ต้องทำความสะอาดและลดอุณหภูมิลงให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการใช้งานของเครื่องยนต์ จึงจำเป็นต้องกำจัดฝุ่นขนาดใหญ่ออกโดยใช้ไซโคลนและกำจัดฝุ่นละอองขนาดเล็กออกอีกครั้งพร้อมลดความร้อนลงด้วยกระบวนการดักจับด้วยการสเปรย์น้ำในเครื่องพ่นจับแบบเปียก (Wet Scrubber) และกรองด้วยตัวกรองก่อนส่งเข้าผสมกับอากาศให้ได้สัดส่วนเพื่อป้อนเข้าเครื่องยนต์ต้นกำลังของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อไป [7] - [8]

การออกแบบระบบลำเลียงเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด

ระบบลำเลียงเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดเข้าเตาใช้การทำงานของกลไกแบบสกรูลำเลียง (Screw Conveyor) ชุดสกรูแบบนี้เหมาะสำหรับใช้ขนถ่ายวัสดุที่มีลักษณะเป็นผงหรือเม็ด สามารถใช้งานได้ทั้งในแนวระนาบหรือแนวลาดเอียง สร้างได้ง่ายเพราะมีส่วนประกอบเพียง 3 ชิ้น คือ รางตัวถัง เกลียวสกรูขนถ่าย และตัวต้นกำลังขับเคลื่อน ในงานวิจัยนี้ใช้สกรูลำเลียงแบบระนาบ มีความสูงจากพื้นถึงถังรับเชื้อเพลิง 275 เซนติเมตร ความยาวของชุดสกรู 97 เซนติเมตร ความกว้าง 12 เซนติเมตร และความกว้างของถังรับเชื้อเพลิง 50 เซนติเมตร โดยติดตั้งตัวต้นกำลังเป็นมอเตอร์เกียร์ ขนาด 1/4 แรงม้า

การออกแบบระบบกำจัดการเกิดโพรงของเชื้อเพลิง

เนื่องจากเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดมีลักษณะเป็นแท่งขนาดเล็ก เมื่อใส่ลงในเตาแก๊สซิไฟเออร์จะทำให้เชื้อเพลิงเกิดการเกาะตัวกันและเมื่อเกิดการเผาไหม้เชื้อเพลิงในส่วนห้องเผาไหม้จะกลายเป็นขี้เถ้าตกลงด้านล่าง แต่เนื่องจากเชื้อเพลิงที่เกาะตัวกันแน่นจึงทำให้เกิดโพรงของเชื้อเพลิงขึ้นภายในเตาทำให้โปรดิวเซอร์แก๊สที่เกิดขึ้นไม่มีความต่อเนื่อง ส่งผลให้ไม่สามารถเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้อย่างราบเรียบและต่อเนื่อง จึงจำเป็นต้องกำจัดการเกิดโพรงของเชื้อเพลิงโดยการออกแบบให้เตาสามารถสั่นเขย่าได้ตามเวลาที่ตั้งไว้ดังรูปที่ 3 โดยมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

(ก) ชุดสร้างแรงสั่นสะเทือน (ข) การติดตั้งชุดสร้างแรงสั่นสะเทือน (ค) ติดตั้งขาเตาแบบสปริง

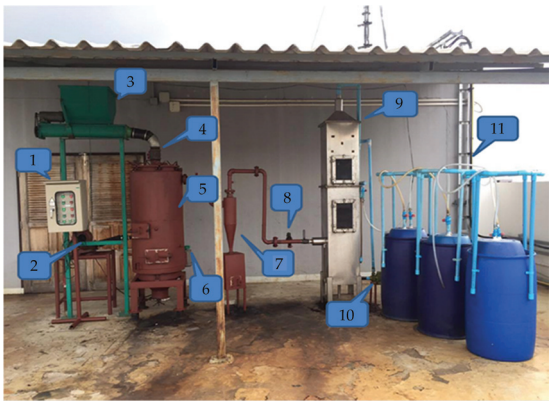
รูปที่ 3 การติดตั้งชุดสร้างแรงสั่นสะเทือน

1. ชุดสร้างแรงสั่นสะเทือน ใช้มอเตอร์เหนี่ยวนำขนาด 1 แรงม้า ติดตั้งกับลูกเบี้ยวที่แกนของมอเตอร์ เมื่อสั่งให้มอเตอร์หมุนจะเกิดแรงสั่นสะเทือนเขย่าให้เชื้อเพลิงไหลลงไม่ก่อตัวเป็นโพรง อีกทั้งยังทำให้ขี้เถ้าตกลงจากห้องเผาไหม้ลงสู่ส่วนเก็บขี้เถ้าอีกด้วย

2. ขาเตาแก๊สซิไฟเออร์แบบสปริง การออกแบบและสร้างส่วนขาของเตาแก๊สซิไฟเออร์ ที่สามารถรองรับการสั่นสะเทือนของเตาได้นั้น จะใช้ขาแบบสปริงรองรับน้ำหนักของเตา เพื่อทำให้เตาแก๊สซิไฟเออร์

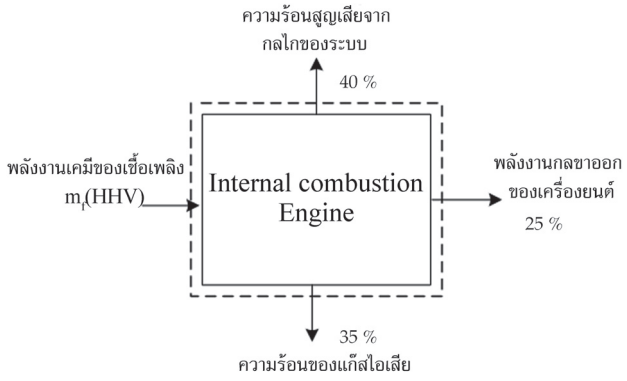
เกิดการเขย่าในลักษณะขึ้นลงเมื่อได้รับแรงสั่นสะเทือนจากชุดสร้างแรงสั่นสะเทือน การใช้ขาสปริงแบบนี้จะทำให้การสั่นของเตาเพิ่มมากขึ้นกว่าการติดตั้งเตาแบบยึดแน่นกับพื้น

3. การเชื่อมต่ออุปกรณ์ด้วยข้อต่อแบบอ่อน เนื่องจากมีการสร้างแรงสั่นสะเทือนที่ตัวเตาแก๊สซิไฟเออร์ จึงต้องใช้ข้อต่อแบบอ่อนติดตั้งเชื่อมต่อกับส่วนประกอบอื่นที่ติดกับเตา เนื่องจากต้องทำการเขย่าเตาให้เกิดการสั่นสะเทือนหากติดตั้งอุปกรณ์ส่วนอื่นแบบยึดแน่นกับตัวเตาอาจทำให้เกิดการชำรุดเสียหายและเกิดการรั่วไหลของแก๊สได้



รูปที่ 4 ภาพรวมของระบบผลิตไฟฟ้าที่สร้างขึ้น

จากรูปที่ 4 อุปกรณ์ที่ปรากฏตามหมายเลขในรูป คือ (1) ตู้คอนโทรล (2) พัดลมโบลเวอร์ (3) สกรูลำเลียงเชื้อเพลิง (4) วาล์วปิดกันแก๊สย้อนกลับ (5) เตาแก๊สซิไฟเออร์ (6) มอเตอร์สั่นสะเทือน (7) ไซโคลน (8) หัวจุดทดสอบแก๊ส (9) เครื่องพ่นจับแบบเปียก (10) ปั๊มน้ำ และ (11) ถังเก็บแก๊ส



รูปที่ 5 สมมติฐานประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องยนต์

ปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดที่ระบบต้องการ [9]

ความต้องการเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์สันดาปภายในสามารถพิจารณาได้จากรูปที่ 5 ซึ่งโดยปกติแล้วเครื่องยนต์ประเภทนี้จะมีประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานจากเชื้อเพลิงเป็นพลังงานกลได้ร้อยละ 25

ที่เหลือจะสูญเสียเป็นพลังงานความร้อนในตัวเครื่องยนต์ร้อยละ 40 และสูญเสียเป็นแก๊สร้อนในรูปไอเสียร้อยละ 35 ดังนั้นจากสมการสมดุลพลังงานจึงสามารถหาพลังงานเคมีของเชื้อเพลิงได้ดังสมการที่ (1)

$$m_f HHV = Heat\ loss\ to\ body(40\%) + Exhaust\ heat(35\%) + Mechanical(25\%) \quad (1)$$

ซึ่งเมื่อกำหนดให้พลังงานกลที่ต้องขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีค่า 2.2 kW แล้วทำให้ค่าพลังงานเคมีของเชื้อเพลิงที่เครื่องยนต์ต้องการมีค่าดังสมการที่ (2)

$$m_f HHV = \frac{2.2}{0.25} = 8.8kW = 31.68MJ/hr \quad (2)$$

ค่า *HHV* เป็นค่าความร้อนสูงของเชื้อเพลิง (High Heating Value) สามารถคำนวณได้โดยอาศัยสมการของดูลองค์ (Dulong's formula) ดังนี้

$$HHV = 4.185 \times \left[8{,}080(C) + 34{,}200\left(H - \frac{O}{8} \right) + 2{,}500(S) \right] kJ/kg \quad (3)$$

ซึ่งค่าที่ได้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง พบว่าค่า *HHV* ของโปรดิวเซอร์แก๊สที่ได้จากเชื้อเพลิงชีวมวล มีค่าประมาณ 4,133 - 4,624 kJ/kg ดังนั้นจากค่าความต้องการเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ต้นกำลังดังกล่าวนี้ จะได้ค่าอัตราการไหลเชิงปริมาตรของโปรดิวเซอร์แก๊ส ที่เครื่องยนต์ต้องการเท่ากับสมการที่ (4)

$$m_f = \frac{31.68}{4.133} = 7.665kg/hr \quad (4)$$

ขั้นตอนการทดลอง

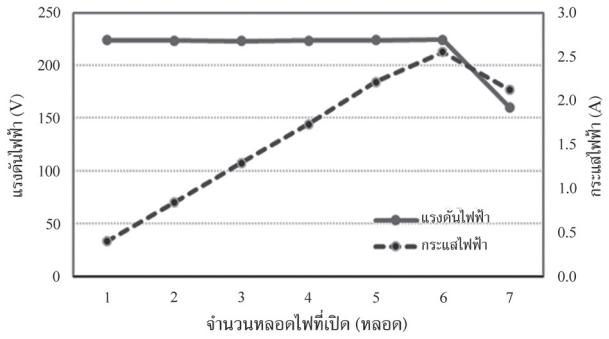
การเริ่มเดินระบบผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลอัดเม็ดโดยใช้เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชัน สามารถทำได้ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดใส่ลงในเตาแก๊สซิไฟเออร์ทางช่องเติมเชื้อเพลิงด้านบน
2. จุดไฟให้เชื้อเพลิงติดแล้วปิดฝาเตาด้านหน้า (รูปที่ 6) เปิดพัดลมเพื่อเติมอากาศเข้าห้องเผาไหม้ของเตาแก๊สซิไฟเออร์
3. เมื่ออุณหภูมิของเตาสูงขึ้นจะเกิดปฏิกิริยาไพโรไลซิสทำให้เกิดโปรดิวเซอร์แก๊สที่ติดไฟได้ แก๊สจะไหลผ่านไซโคลนและเวทสครับเบอร์เพื่อแยกฝุ่นละอองออก
4. ทดสอบว่าแก๊สติดไฟหรือไม่ (รูปที่ 6) หากแก๊สติดไฟได้แล้วเปิดวาล์วให้โปรดิวเซอร์แก๊สไหลเข้าสู่ถังเก็บแก๊ส
5. เมื่อได้แก๊สปริมาณมากพอ เปิดวาล์วให้โปรดิวเซอร์แก๊สไหลเข้าสู่เครื่องยนต์ต้นกำลังของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและสตาร์ทเครื่องยนต์เพื่อผลิตไฟฟ้า
6. จ่ายไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นให้กับโหลดหลอดอินแคนเดสเซนต์ และวัดปริมาณต่าง ๆ ทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นพร้อมบันทึกผลการทดลอง

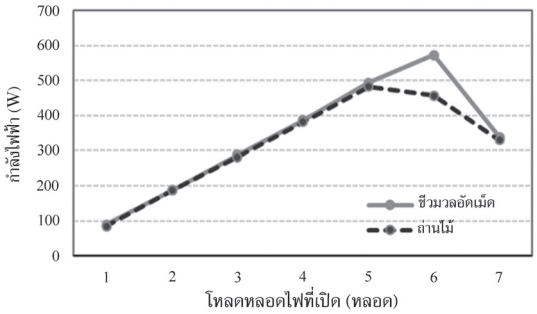
รูปที่ 6 การจุดเตาแก๊สซิไฟเออร์เพื่อเริ่มต้นผลิตแก๊สและการจุดทดสอบว่าแก๊สติดไฟหรือไม่

ผลการวิจัย

ทดสอบเดินเครื่องระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าขนาด 2.2 กิโลวัตต์ โดยใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด เพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถจ่ายโหลดได้ จากการทดลองใช้โหลดเป็นหลอดอินแคนเดสเซนต์ขนาด 100 วัตต์ ต่อขนานกันโดยมีสวิตช์ปิด - เปิด ควบคุมให้สามารถเพิ่มจำนวนการขนานกันของหลอดได้ ทำการเดินระบบผลิตไฟฟ้าแล้วเริ่มจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้หลอดไฟ 1 หลอด จดบันทึกค่ากระแส แรงดัน และกำลังไฟฟ้า หลังจากนั้นเพิ่มจำนวนหลอดไฟขึ้นอีกครั้งละ 1 หลอด ทำซ้ำเดิมจนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไม่สามารถจ่ายพลังงานเพิ่มได้ (เครื่องดับ) ข้อมูลที่บันทึกได้แสดงดังรูปที่ 7

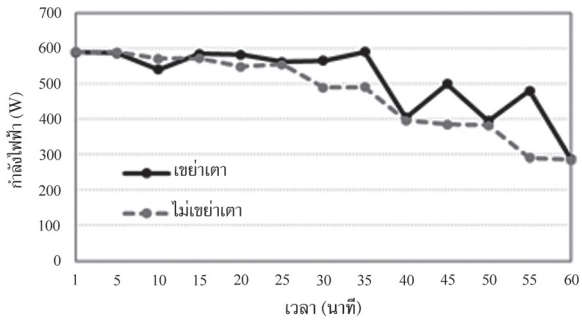


รูปที่ 7 แรงดันและกระแสไฟฟ้าที่ระบบผลิตได้จากเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด



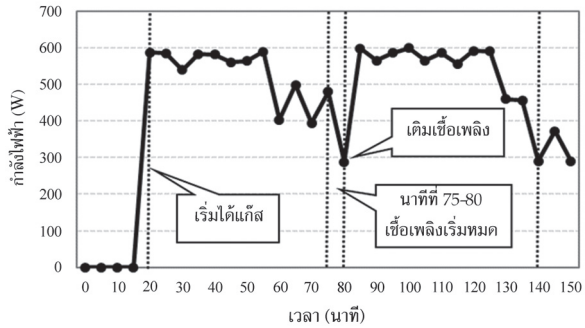
รูปที่ 8 กำลังไฟฟ้าที่ระบบผลิตได้จากเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดและถ่านไม้

พิจารณากราฟกำลังไฟฟ้ารูปที่ 8 พบว่าการใช้ชีวมวลอัดเม็ดเป็นเชื้อเพลิงนั้นระบบสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจ่ายให้โหลดหลอดอินแคนเดสเซนต์ขนาด 100 วัตต์ ได้ปริมาณกำลังไฟฟ้าสูงสุด 572 วัตต์ ที่จำนวนหลอดไฟ 6 หลอด และเมื่อเปิดหลอดไฟหลอดที่ 7 กำลังไฟฟ้าจะตกลงเหลือ 320 วัตต์ และถ้าจ่ายโหลดเพิ่มขึ้นอีกระบบจะไม่สามารถคงค่ากำลังไฟฟ้าไว้ได้ เครื่องยนต์ต้นกำลังจะเกิดการสะดุดและดับ ทำการทดลองซ้ำโดยใช้ถ่านไม้เป็นเชื้อเพลิงพบว่าระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดเพียง 482 วัตต์ นั่นแสดงว่าโปรดิวเซอร์แก๊สที่ได้จากชีวมวลอัดเม็ดมีความเข้มมากกว่าโปรดิวเซอร์ที่ได้จากถ่านไม้ เครื่องยนต์ต้นกำลังจึงเดินเครื่องได้กำลังงานที่มากกว่า



รูปที่ 9 การเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่ระบบผลิตได้แบบเขย่าเตาและไม่เขย่าเตา

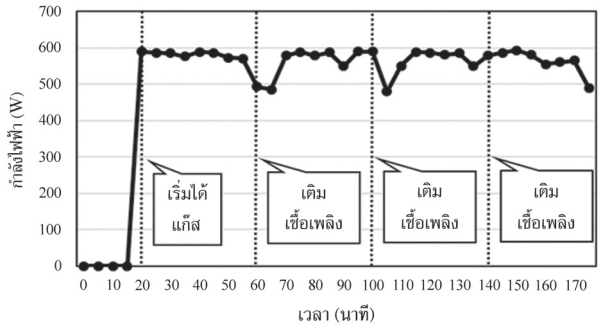
การทดสอบชุดสร้างแรงสั่นสะเทือนว่าใช้แก้ปัญหาการเกิดโพรงของเชื้อเพลิงได้หรือไม่นั้น ได้ทำการทดสอบเดินระบบผลิตไฟฟ้าโดยเติมเชื้อเพลิงเพียงครั้งเดียวเป็นเวลา 60 นาที ทำการทดลอง 2 แบบ คือ แบบเปิดชุดสร้างแรงสั่นสะเทือนทุก 5 นาที และแบบไม่เปิดชุดสร้างแรงสั่นสะเทือน นำผลการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบกันดังรูปที่ 9 พบว่าการเขย่าเตาทุก 5 นาที สามารถลดปัญหาการเกิดโพรงของเชื้อเพลิงได้ ทำให้ระบบสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้มากขึ้น



รูปที่ 10 กำลังไฟฟ้าที่ระบบผลิตได้เมื่อเติมเชื้อเพลิงชีวมวลทุก 60 นาที

การทดสอบหาอัตราการป้อนเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดที่ทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเดินเครื่องจ่ายโหลดได้อย่างต่อเนื่องได้ทำการทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าโดยเติมเชื้อเพลิงปริมาณ 20 ลิตร ใช้เวลาประมาณ 15 นาที ความเข้มของโปรดิวเซอร์แก๊สจะอยู่ในระดับที่สามารถสตาร์ทเครื่องยนต์ต้นกำลังได้ หลังจากนั้นเริ่มจ่ายกำลังไฟฟ้าให้โหลด บันทึกค่ากำลังไฟฟ้าทุก 5 นาที เมื่อเวลาผ่านไป 60 นาที จึงทำการเติมเชื้อเพลิง

เข้าระบบอีกครั้ง เมื่อพิจารณาค่ากำลังไฟฟ้าที่บันทึกได้ตามรูปที่ 10 จะเห็นว่ากำลังไฟฟ้าที่ระบบผลิตได้จะเริ่มลดลงในช่วงนาทีที่ 75 - 80 เนื่องจากเชื้อเพลิงได้เผาไหม้ใกล้หมด และเมื่อเติมเชื้อเพลิงเข้าระบบอีกครั้งในปริมาณเท่าเดิมค่ากำลังไฟฟ้าจึงกลับมาเพิ่มขึ้นอีกครั้ง จากรูปที่ 11 เมื่อทำการทดลองซ้ำโดยปรับเวลาการเติมเชื้อเพลิงให้เร็วขึ้นเป็นทุก 40 นาที ระบบสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าอยู่ในช่วงประมาณ 480 - 590 วัตต์ ได้ตลอดเวลาและสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง อัตราการใช้เชื้อเพลิงของระบบอยู่ที่ประมาณ 20 ลิตรต่อชั่วโมง



รูปที่ 11 กำลังไฟฟ้าที่ระบบผลิตได้เมื่อเติมเชื้อเพลิงชีวมวลทุก 40 นาที

อภิปรายผลการวิจัย

การทดลองผลิตไฟฟ้าด้วยระบบผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลอัดเม็ดโดยใช้เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชัน ผลการทดลองที่ได้สามารถสรุปได้เป็นข้อ ๆ ดังต่อไปนี้

1. เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดมีความหนาแน่นสูงมากจึงสามารถให้พลังงานได้มากกว่าเชื้อเพลิงถ่านไม้ที่มีความหนาแน่นต่ำกว่า

2. หากทำให้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดมีความชื้นต่ำโดยการตากแดดก่อนการใช้งานจะช่วยให้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดมีประสิทธิภาพในการเผาไหม้ได้สูงมากยิ่งขึ้น

3. รูปทรงของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดที่เป็นรูปทรงกระบอกขนาดเล็กค่อนข้างเท่ากันทุกชิ้นจึงสามารถที่นำเข้าระบบการลำเลียงเชื้อเพลิงแบบสกรูลำเลียงได้ และสามารถสร้างความต่อเนื่องในการผลิตแก๊สได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. ระบบลำเลียงเชื้อเพลิงสามารถกำหนดปริมาณการป้อนเชื้อเพลิงเข้าเตาแก๊สซิไฟเออร์ได้อย่างแน่นอนตามระยะเวลาที่ต้องการ

5. การสั่นเขย่าจากชุดมอเตอร์สร้างแรงสั่นสะเทือนสามารถจัดการกับปัญหาการเกิดโพรงของเชื้อเพลิงภายในเตาแก๊สซิไฟเออร์ได้อย่างดี

จึงสรุปได้ว่า การผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันที่ใช้ชีวมวลอัดเม็ดเป็นเชื้อเพลิงเป็นกระบวนการผลิตไฟฟ้าทางเลือกใหม่ ระบบที่สร้างขึ้นนี้สามารถผลิตโปรดิวเซอร์แก๊สจ่ายให้กับเครื่องยนต์ต้นกำลังของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขนาด 2.2 kW ให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง โดยค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ผลิตได้คือ 590 W

บทสรุป

เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดสามารถใช้ผลิตโปรดิวเซอร์แก๊สได้ดีด้วยกระบวนการแก๊สซิฟิเคชันได้ดี แต่เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดนั้นเกิดความชื้นได้ง่ายหากมีการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม การนำเชื้อเพลิงไปตากแดดเพื่อลดความชื้นก่อนการใช้งานก็เป็นวิธีการแก้ปัญหาเรื่องความชื้นที่ดีวิธีหนึ่ง เมื่อระบบใช้งานไปได้ระยะหนึ่งจะเกิดการสะสมของน้ำมันดิน (Tar) ภายในท่อแก๊สจึงควรทำการถอดท่อลำเลียงแก๊สมาทำความสะอาดเป็นระยะ ระบบที่สร้างขึ้นทำการทดสอบความเข้มของแก๊สได้ยากเพราะที่หัวจุดทดสอบอยู่ในที่โล่งจึงควรสร้างอุปกรณ์ป้องกันลมเพื่อง่ายต่อการจุดทดสอบความเข้มของแก๊ส เนื่องจากการเก็บโปรดิวเซอร์แก๊สโดยใช้ถังเก็บแก๊สที่สร้างขึ้นจากถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร 3 ถังต่ออนุกรมกันทำให้มีพื้นที่ในการจัดเก็บน้อยและมีความดันของแก๊สเท่ากับความดันบรรยากาศ ทำให้การป้อนโปรดิวเซอร์แก๊สเข้าเครื่องยนต์ต้นกำลังของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำได้ไม่เพียงพอกับความต้องการของเครื่องยนต์ จึงทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าไม่สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ดังนั้นหากปรับปรุงโดยเพิ่มขนาดของถังเก็บโปรดิวเซอร์แก๊สให้ใหญ่ขึ้นและใช้ปั๊มไดอะแฟรมอัดแก๊สให้มีความดันมากขึ้นก็จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าให้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้มากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่ได้ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยเรื่องนี้จากงบประมาณเงินแผ่นดิน ประจำปี พ.ศ. 2560 ทำให้งานวิจัยนี้ดำเนินการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

References

[1] Porn, M., Loy, J., and Pitoon, T. (2005). **Production of Fuel Solid from Rice-Straw and Maize-Cob**. Independent Study. Master of Science, Narasuan University.

[2] Biomass pellets Optimize the combustion. (2013). Reduce Transportation Costs. **Journal of Energy Policy**. Vol. 102, (October-December 2013) (in Thai)

[3] Wood pellets (2015). **Biomass Pellets**. Access (20 February 2015). Available (http://www.sahacogen.com)

[4] Biomass Energy (2015). **Biomass**. Access (20 February 2015). Available (http://www.espthailand.com)

[5] Gas Transformation. (2010). **What is Syngas**. Access (20 February 2015). Available (http://biofuel.org.uk/what-is-syngas.html)

[6] Ministry of Energy. (2016). **Practical Training Handbook of Renewable Energy**. Biomass Gasification (Theoretical part) February, 2016

[7] Jensak, E., Chaiyan T., and Nath J. (2010). The Potential of Cassava Biomass in Matter of Gas Production for Electrical Power Generation. **The 20th Thaksin University Conference**. 16-18 September 2010. Hatyai Songkla. (in Thai)

[8] Songkot, P., Jirapong, T., Teeramate, P., Umnart, B., and Jensak, E. (2014) Biomass Electrical Power Generation System by Using Gasification Technology. **The 7th Thailand Renewable Energy for Community Association Conference**. 12-14 November 2014, RMUTR. (in Thai)

[9] Jensak, E. and Nath J. (2010). Feasibility Study of Electrical Generation from Wet Cassava Pulp by using Gasification Technology. **The 6th Conference on Energy Network of Thailand (ENETT 6th)**. 5-7 May 2010 SWU, Petchburi. (in Thai)