ประสิทธิภาพเตาแก๊สชีวมวลขนาดเล็ก

The performance of a small biomass gas stove

ฐิติพร เจาะจง*
Titiporn Chorchong
พิสิษฏ์ มณีโชติ**
Pisit Maneechot

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเตาแก๊สชีวมวลขนาดเล็กแบบไหลขึ้น โดยเตาแก๊สชีวมวลมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 เซนติเมตร สูง 16 เซนติเมตร และห้องเผามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 12 เซนติเมตร ใช้ไม้ไผ่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.75 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร เป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ ผลการตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำพบว่าในช่วง 0-5 นาทีแรกของการทดสอบยังไม่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงเนื่องจากเป็นช่วงที่เตาเริ่มกระบวนการเผาไหม้จึงทำให้อุณหภูมิของน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยมากแต่หลังจาก 5 นาทีไปแล้วจนถึง 25 นาทีเป็นช่วงที่ เตาเผาไหม้ได้ค่อนข้างสมบูรณ์และต่อเนื่อง น้ำมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 100 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิคงที่อยู่ประมาณ 28 นาที หลังจากนั้นอุณหภูมิของน้ำจะค่อยๆลดลงอย่างสม่ำเสมอจนใกล้เคียงกับอุณหภูมิเริ่มต้น จากการคำนวณหาประสิทธิภาพจากการต้มน้ำเดือดของเตาแก๊สชีวมวลขนาดเล็กพบว่ามีประสิทธิภาพเท่ากับ 36.02% ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ : เตาแก๊สชีวมวลขนาดเล็ก / ประสิทธิภาพ

ABSTRACT

This research aims to analyse the performance of a small biomass gas stove, Updraft Gasifiers. This stove's size is 13 cm diameter with 16 cm high. The chamber's size is 10 cm diameter with 12 cm high. The fuel of the test was 0.75 cm diameter with 10 cm high bamboo. The result of the water temperature was found that during the first 0-5 minutes of the test had no combustion since it was the beginning of combustion. So the temperature was changed since after the fifth minute until the twenty-fifth minute when it was the complete and continual combustion. The highest temperature of the water was 100°C and still at the level for 28 minutes. After that, the water temperature was slowly continually lower until the temperature was closer to the beginning temperature degree. According to the performance calculation of boiled water in the small biomass gas stove, it was found that the performance was 36.02% which could work well.

Keywords : Small Size Biomass Gas / Performance

*อาจารย์ประจำสาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
**อาจารย์ประจำวิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

นับตั้งแต่มนุษย์เริ่มรู้จักการทำให้อาหารสุกสำหรับการดำรงชีวิตประจำวัน การหุงต้มเพื่อประกอบอาหารก็กลายเป็นกิจวัตรประจำวันของมนุษย์นับตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา จึงได้มีการพัฒนาเตาหุงต้มชนิดต่างๆโดยเตาหุงต้มแบ่งออกได้เป็นหลายชนิดขึ้นอยู่กับเชื้อเพลิงที่ใช้ ต่อมามนุษย์ก็เริ่มหันมาใช้แก๊สแอลพีจี (LPG) เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม เนื่องจากใช้งานได้ง่ายและสะดวก แต่หลังจากที่กระทรวงพลังงานประกาศยกเลิกชดเชยราคาแก๊สหุงต้มตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2556 ส่งผลให้แก๊สหุงต้มมีราคาประมาณกิโลละ 18-20 บาท และมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นเรื่อยๆทั้งนี้ส่วนหนึ่งมาจากการแบ่งตลาดนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในด้านการขนส่ง ทำให้มีความต้องการเพิ่มขึ้น ด้วยเหตุนี้รัฐบาลจึงสนับสนุนให้ประชาชนหันกลับมาใช้เตาแก๊สชีวมวลเพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดการใช้แก๊สแอลพีจี ในการประกอบอาหาร ของสมานชัย นุกุลเสาวลักษณ์ และคนอื่นๆ. (2554), มนตรี ใจเยี่ยม และคนอื่นๆ, (2555) แต่เตาแก๊สชีวมวลที่มีใช้ในปัจจุบันมีขนาดใหญ่ ไม่เหมาะสมกับการพกพา จึงได้มีการคิดค้นเตาแก๊สชีวมวลขนาดเล็ก เพื่อที่จะสามารถพกพาได้สะดวก และใช้งานง่าย ซึ่งเตาแก๊สชีวมวลจะใช้วัสดุเป็นสแตนเลสแทนแผ่นเหล็กเพื่อเพิ่มอายุการใช้งาน โดยในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพเตาแก๊สชีวมวลขนาดเล็กเพื่อให้สามารถนำมาใช้งานจริงในชีวิตประจำวันได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ทดสอบประสิทธิภาพเตาแก๊สชีวมวลขนาดเล็ก

ขอบเขตของการวิจัย

1. เตาแก๊สชีวมวลที่ใช้ในการทดสอบมีลักษณะและขนาดดังต่อไปนี้
   รอบนอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 เซนติเมตร สูง 16 เซนติเมตร
   ห้องเผา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 12 เซนติเมตร
2. เตาแก๊สชีวมวลที่ใช้ในการทดสอบใช้หลักการไหลขึ้น (Updraft Gasifier)
3. ใช้ไม้ไผ่เป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบประสิทธิภาพของเตาแก๊สชีวมวล

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้จะทดสอบประสิทธิภาพของเตาแก๊สชีวมวลขนาดเล็กโดยวิธีการทดสอบการเดือดของน้ำ (WBT) โดยจะมีการทดสอบค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเชื้อเพลิง ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง และประสิทธิภาพของเตาแก๊สชีวมวลขนาดเล็ก ซึ่งมีวัสดุอุปกรณ์และขั้นตอนการวิจัยดังนี้

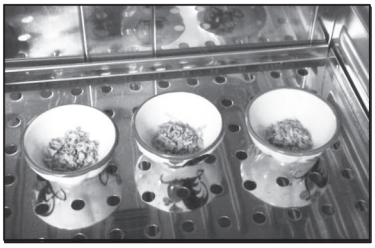
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เตาแก๊สชีวมวลขนาดเล็ก
2. หม้อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 เซนติเมตร
3. ไม้ไผ่
4. ตู้อบ
5. เครื่องชั่งดิจิตอล
6. เครื่องบันทึกข้อมูล
7. เทอร์โมคัปเปิลชนิดเค
8. นาฬิกาจับเวลา

ขั้นตอนการวิจัย

ตอนที่ 1 การทดสอบค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเชื้อเพลิง

1. นำตัวอย่างไม้ไผ่ 1 กรัม นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง



(ก) (ข)

ภาพที่ 1 (ก) การอบเชื้อเพลิง (ข) เชื้อเพลิงหลังอบ

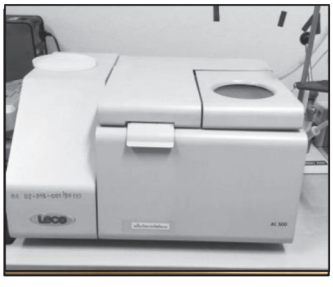
2. นำค่าที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นดังสมการต่อไปนี้

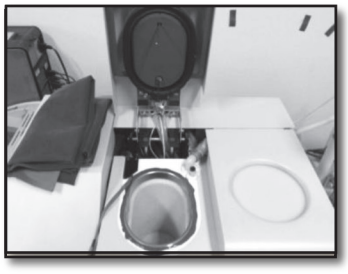
$$\%Mcd = \frac{W - d}{d} \quad (1)$$

เมื่อ %Mcd คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้น
W คือ น้ำหนักก่อนอบ
d คือ น้ำหนักหลังอบ

ตอนที่ 2 การหาค่าความร้อนของเชื้อเพลิง

1. นำตัวอย่างไม้ไผ่ 0.3 กรัม ไปทำการทดสอบหาค่าความร้อนโดยเครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์ เป็นเวลา 8 นาที





(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 2 (ก) เครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์ (ข) บรรจุเชื้อเพลิงลงในลูกบอมบ์
(ค) นำลูกบอมบ์ใส่เครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์

ตอนที่ 3 การหาประสิทธิภาพเตาแก๊สชีวมวลขนาดเล็กโดยการทดสอบการเดือดของน้ำ

1. ชั่งมวลน้ำ 1 กิโลกรัม
2. ชั่งน้ำหนักเชื้อเพลิง 300 กรัม
3. ติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิ ประกอบด้วย เทอร์โมคัปเปิลเป็นตัววัดอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆ และส่งข้อมูลมายังเครื่องบันทึกข้อมูลโดยต่อสายเทอร์โมคัปเปิลเข้ากับเครื่องวัดและบันทึกข้อมูล
4. วัดอุณหภูมิของน้ำในภาชนะก่อนต้มน้ำและบันทึกข้อมูล
5. จุดเตาเมื่อไฟลุกติดเชื้อไฟแล้ว ทำการป้อนเชื้อเพลิงสำหรับทำการทดสอบและเริ่มจับเวลา
6. วัดอุณหภูมิของน้ำที่เหลือในภาชนะและบันทึกข้อมูล
7. หาประสิทธิภาพดังสมการต่อไปนี้

$$\eta = \frac{m_i c_p (T_b - T_i) + m_e L}{m_f \times C_f + m_c \times C_c} \times 100$$

เมื่อ η คือ ประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์)

m_i คือ มวลของน้ำเริ่มต้น (กิโลกรัม)

C_p คือ ความร้อนจำเพาะของน้ำ (กิโลจูลต่อกิโลกรัมองศาเซลเซียส)

T_b คือ อุณหภูมิที่น้ำเดือด (องศาเซลเซียส)

T_i คือ อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)

m_e คือ มวลที่น้ำระเหย (กิโลกรัม)

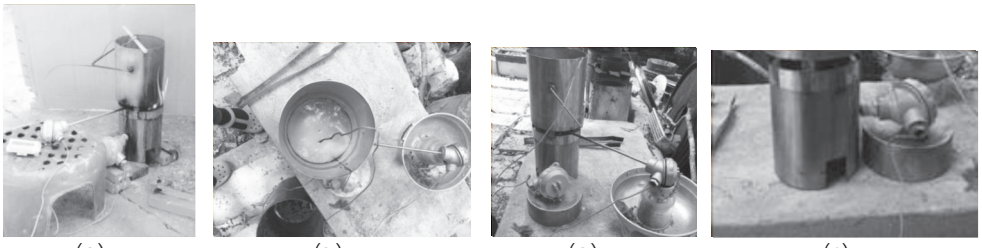
L คือ ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ (กิโลจูลต่อกิโลกรัม)

m_f คือ มวลของเชื้อเพลิง (กิโลกรัม)

C_f คือ ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (กิโลจูลต่อกิโลกรัม)

m_c คือ มวลของถ่าน (กิโลกรัม)

C_c คือ ค่าความร้อนของถ่าน (กิโลจูลต่อกิโลกรัม)



(ก) (ข) (ค) (ง)

ภาพที่ 3 (ก) แสดงตำแหน่งต่างๆที่ติดตั้งสายเทอโมคัปเปิล ชนิดเค (ข) การวัดอุณหภูมิของน้ำ (ค) การวัดอุณหภูมิแก๊สของเตา (ง) การวัดอุณหภูมิห้องเผา

ผลการวิจัย

จากการทดสอบค่าความชื้นของเชื้อเพลิง พบว่า น้ำหนักก่อนอบมีค่า 1.010 กรัม น้ำหนักหลังอบมีค่า 0.888 กรัม ได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเชื้อเพลิงเท่ากับ 13.971 เปอร์เซ็นต์ จากการหาค่าความร้อนของเชื้อเพลิง โดยใช้เครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์จำนวน 2 ครั้งพบว่า ได้ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงเท่ากับ 16,987.562 กิโลจูลต่อกิโลกรัม

จากการทดสอบประสิทธิภาพเตาแก๊สชีวมวลขนาดเล็กโดยการทดสอบการเดือดของน้ำ แสดงผลดังตาราง

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองการต้มน้ำเดือด (WBT) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเตาแก๊สชีวมวล

ครั้งที่	มวลเชื้อเพลิง (ไม้) (kg)	มวลน้ำเริ่มต้น (kg)	อุณหภูมิน้ำเดือด (°C)	อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น (°C)	มวลที่น้ำระเหย (kg)	ประสิทธิภาพ (%)	มวลเถ้า (kg)
1	0.300	1	100	36.1	0.29	36.11	0.01
2	0.300	1	100	33.8	0.29	35.50	0.01
3	0.300	1	100	36.2	0.29	36.06	0.01
4	0.300	1	100	29.8	0.30	36.13	
5	0.300	1	100	36.7	0.37	36.51	0.01
6	0.300	1	100	36.3	0.30	35.72	0.01
7	0.300	1	100	34.4	0.29	36.28	0.01
8	0.300	1	100	36.5	0.30	35.55	0.01
9	0.300	1	100	33.9	0.30	37.21	0.01
10	0.300	1	100	36.3	0.30	35.73	0.01

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเชื้อเพลิงมีค่าเท่ากับ 13.971 เปอร์เซ็นต์ ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงมีค่าเท่ากับ 16,987.562 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ค่าประสิทธิภาพของเตาแก๊สชีวมวลขนาดเล็กมีค่าเท่ากับ 36.02 เปอร์เซ็นต์

อภิปรายผลการวิจัย

จากการทดสอบประสิทธิภาพเตาแก๊สชีวมวลขนาดเล็กพบว่า อุณหภูมิของน้ำในช่วงนาทีที่ 0-5 อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและนาทีที่ 9-20 อุณหภูมิของน้ำเริ่มเดือด และหลังจากนาทีที่ 20 นั้นอุณหภูมิลดลงมาอย่างต่อเนื่อง ระยะเวลาที่ทำให้น้ำเดือด 8 นาทีเท่านั้น จากผลการทดสอบประสิทธิภาพเตาแก๊สชีวมวลขนาดเล็ก มีค่าเท่ากับ 36.02 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถนำมาใช้งานจริงในชีวิตประจำวันได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณฟลอริดา คล้ายแจ้ง สำหรับความช่วยเหลือในการเตรียมอุปกรณ์ และทดสอบในห้องปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

สมานชัย นุกุลเสาวลักษณ์ และคนอื่นๆ. (2554). **การพัฒนาเตาแก๊สชุมชนเพื่อใช้ในครัวเรือน.** ในการประชุมวิชาการ รูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 4. มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จังหวัดลำปาง

มนตรี ใจเยี่ยม และคนอื่นๆ. (2555). **การพัฒนาห้องเผาไหม้เตาแก๊สชุมชนโดยใช้อิฐทนไฟกรุห้องเผา**. รูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 5. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่