

การประเมินประสิทธิภาพเตาชีวมวลห้องเผาไหม้อิฐฉนวนทนไฟ

Efficiency Evaluation on Biomass Furnace Combustion Chamber of Refractory Insulation

ณัฐเศรษฐ์ ห้าคำ *

สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ 60000

*Email: nuttasate@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของอิฐฉนวนทนไฟ สำหรับห้องเผาไหม้ของเตาชีวมวลสำหรับหุงต้มในครัวเรือน และศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาชีวมวล เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยใช้วัตถุดิบได้แก่ อลูมินา ดินขาว และขี้เลื่อย มาผสมตามอัตราส่วนที่กำหนดจำนวน 4 สูตร แล้วทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และสร้างห้องเผาไหม้จากอิฐฉนวนทนไฟ จากนั้นนำไปประกอบกับโครงสร้างเหล็กเตาชีวมวลแล้วจึงทำการทดสอบหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนโดยวิธีต้มน้ำเดือด ซึ่งจากการทดสอบทางกายภาพของอิฐฉนวนทนไฟ พบว่าอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมคือ อลูมินา 50% ดินขาว 30% และขี้เลื่อย 20 % สามารถนำมาใช้ทำห้องเผาไหม้ได้และพบว่ามีค่าประสิทธิภาพ 25.89 % การประเมินค่าความคุ้มค่าอย่างง่ายพบว่ามีค่าความคุ้มค่าช่วยลดรายจ่ายภายในครัวเรือน

คำสำคัญ: อิฐฉนวนทนไฟ ห้องเผาไหม้

Abstract

The purposes of the research were to study the optimum ratio of refractory insulation for the combustion chamber of biomass furnace for domestic cooking and to study the thermal efficiency of biomass furnace. It is an experimental research which use raw materials (such as alumina, kaolin and sawdust) was mixed in a prescribed ratio of four formulas. Subsequently, it will test the physical properties and build a combustion chamber from refractory insulation. After, it will be combined with the steel structure of biomass furnace. Then, the thermal efficiency was tested by boiling water method. Result of the physical tests for refractory insulation is the optimum ratio (50% alumina, 30% kaolin and 20% sawdust). So, it can be used for combustion chamber and has an efficiency of 25.89%. in addition, it can also reduce household costs effectively.

อิฐฉนวนทนไฟ (ปริดา พิมพ์ขาวชา, 2538) คือ อิฐที่มีอลูมินาสูง มีรูพรุน โดยผสมซีลี้อยลงใน ส่วนผสม หลังจากเผาอิฐซีลี้อจะถูกจัดออกไปเหลือรูพรุนไว้ อิฐฉนวนทนไฟเป็นอิฐที่มีความสามารถในการทนความร้อนได้สูง เป็นส่วนประกอบสำคัญในห้องเผาไหม้ของเตาชีวมวลมีความต้านทานการแตกร้าวสูง มีความทนทานของอิฐต่อการยุบตัวของแรงเฉือนสูง เป็นผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมเซรามิกที่ใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมที่ใช้ความร้อนสูง การใช้อิฐทนไฟมีส่วนประกอบของเตาจะเป็น โลหะซึ่งทำจากเหล็กโดยคุณสมบัติของโลหะที่เป็นเหล็กนั้นเมื่อผ่านความร้อนบ่อยๆก็จะทำให้เหล็กเกิด สนิมและสึกกร่อน และเหล็กมีการถ่ายเทความร้อนได้เร็วเก็บกักความร้อนไว้ในห้องเผาได้น้อย ผู้วิจัยจึงมี แนวคิดที่จะพัฒนาเตาชีวมวลสำหรับหุงต้มในครัวเรือนขึ้นโดยการเปลี่ยนแปลงส่วนของห้องเผาไหม้ที่ทำ จากอิฐฉนวนทนไฟให้สามารถใช้งานได้เพื่อทดแทนโลหะเหล็กในการทำห้องเผาไหม้เตาชีวมวล

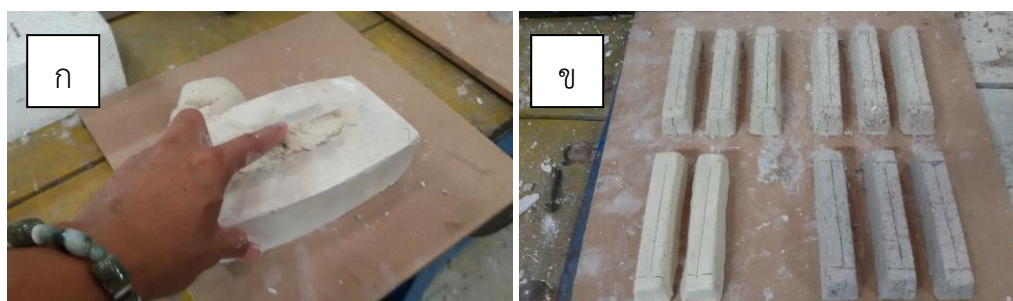
วัตถุประสงค์

เพื่อหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของอิฐฉนวนทนไฟที่ใช้ทำห้องเผาไหม้เตาชีวมวล สามารถ สร้างเตาชีวมวลที่ใช้ห้องเผาไหม้ทำจากอิฐฉนวนทนไฟได้ และนำไปสู่การศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาชีวมวลในลำดับต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

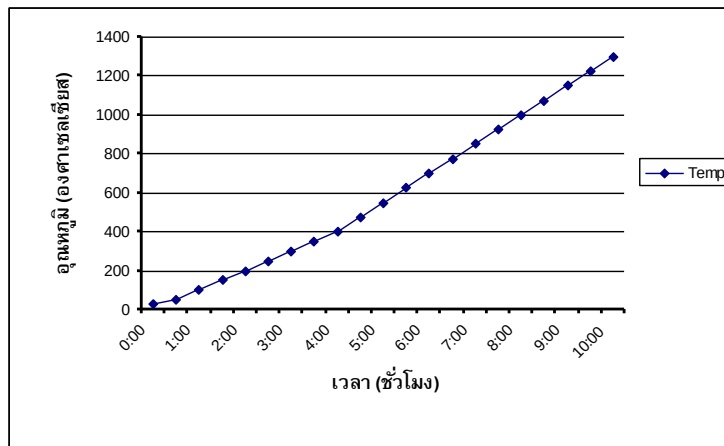
การศึกษาหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมอิฐฉนวนทนไฟ

การศึกษาหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมอิฐฉนวนทนไฟ วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ อลูมินา ดินขาว และ ซีลี้อย อลูมินาในงานเซรามิกส์จะทำหน้าที่เป็นตัวทนไฟ ดินขาวเป็นดินที่มีความละเอียดสูง เมื่อแห้งหรือหลังจากการเผาจะมีความแข็งแรงสูง ซีลี้อยใช้ผสมเป็นวัสดุในส่วนผสม เมื่อเผาแล้วจะสลายไปทิ้งช่องว่างในตัวของอิฐทนไฟทำให้เกิดช่องว่างเสมือนเป็นตัวป้องกันความร้อนให้เกิดการ แพร่ที่ช้าลง โดยกำหนดอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบคืออลูมินาส่วนผสมในอัตราส่วน 50 – 60 % ดินขาว 30 – 40 % ซีลี้อย 10 – 20 % ซึ่งได้สูตรอัตราส่วนผสมดังแสดงในตารางที่ 1 นำวัตถุดิบที่เตรียมไว้มาชั่ง ตามสัดส่วนของสูตร และเมื่อชั่งวัตถุดิบในแต่ละสูตรจนครบเรียบร้อยมาผสมเข้ากันนำไปอัดแท่งแสดงดัง ภาพที่ 1 (ก, ข) และรูปแบบเตาเผาชีวมวลดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 1 (ก) การอัดแท่งทดสอบ (ข) แท่งทดสอบ

และนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 2) บรรยายากการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ (Oxidation) และนำไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินอิฐฉนวนทนไฟโดยทดสอบดังนี้ คือ (1) การหดตัว (Shrinkage) (2) การดูดซึมน้ำหลังเผา (Absorption) (3) ความทนไฟ (Sagging)



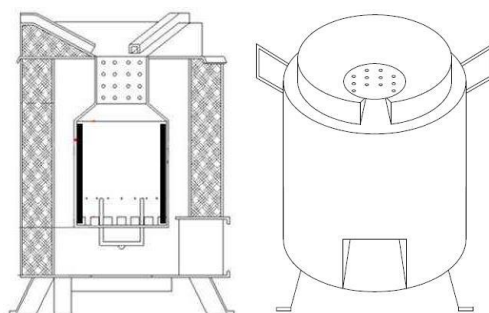
ภาพที่ 2 กราฟแสดงอุณหภูมิระหว่างการเผาอิฐทนไฟที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส บรรยายากการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ (Oxidation)

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมที่ใช้ในการทดสอบ

สูตร	อลูมินา (%)	ดินขาว (%)	ซีลีเยอ (%)
1	50	40	10
2	50	30	20
3	60	40	-
4	60	30	10

การสร้างห้องเผาไหม้จากอิฐฉนวนทนไฟ

เตรียมวัตถุดิบแล้วนำมาผสมเข้าด้วยกันดังภาพที่ 4 แล้วนำมาขึ้นรูปโดยนำอัดลงในแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ที่เตรียมไว้ดังแสดงในภาพที่ 5 ทำการอัดขึ้นรูปในแต่ละชั้นจนครบตามที่ต้องการ ทำการตากแห้งและ นำไปเข้าเตาเผาไฟฟ้าอัตโนมัติโดยเผาที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 6 - 7 และเมื่อเสร็จจากการเผานำมาต่อกันเป็นชั้น ๆ ตามขนาดที่ต้องการดังแสดงในภาพที่ 7 (ก) และนำห้องเผาไหม้อิฐฉนวนทนไฟมวลงประกอบกับโครงสร้างเตาที่ทำจากเหล็กดังแสดงในภาพที่ 7 (ข) และนำไปใช้งานทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 3 แบบเตาชีวมวล



ภาพที่ 4 (ก) การชั่งวัตถุดิบ

(ข) การผสมวัตถุดิบ

(ค) ก้อนวัตถุดิบ



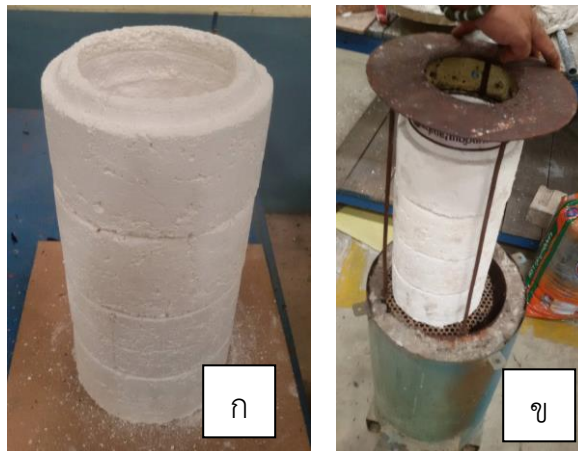
ภาพที่ 5 (ก) การขึ้นรูปห้องเผาไหม้

(ข) การขึ้นรูปที่เสร็จแล้ว



ภาพที่ 6 (ก) ห้องเผาไหม้ที่ขึ้นรูปเสร็จเรียบร้อยแล้ว

(ข) นำเข้าเตาเผา



ภาพที่ 7 ห้องเผาไหม้อิฐฉนวนทนไฟที่ผ่านการเผา (ก) การประกอบห้อยเผาไหม้อิฐฉนวนทนไฟกับโครงสร้างเหล็กเตาชีวมวล (ข)



ภาพที่ 8 การทดสอบหาประสิทธิภาพโดยการต้มน้ำ

วิธีการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

1) การหดตัว (Shrinkage) (ประดู่ดี สารสิทธิ์, 2541) โดยมีวิธีการดังนี้ คือ

1. ทำแท่งทดสอบสี่เหลี่ยมขนาด 2 x 1.5 x 10 เซนติเมตร
2. ทำเครื่องหมายบอกความยาวของแท่งทดสอบยาว 8 เซนติเมตร ได้แก่ ความยาวหลังขึ้นรูป หรือ L_p (Plastic Length)
3. อบแท่งทดสอบให้แห้งวัดความยาวหลังอบเป็น L_d (Dry Length)
4. นำแท่งทดสอบเข้าเผาที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส วัดความยาวหลังเผาบันทึกค่าเป็น L_f (Fired Length)

5. คำนวณร้อยละการหดตัวจากสมการ

$$\% \text{ Drying Linear Shrinkage} = \frac{L_p - L_d}{L_p} \times 100 \quad (1)$$

$$\% \text{ Firing Linear Shrinkage} = \frac{L_d - L_f}{L_d} \times 100 \quad (2)$$

$$\% \text{ Total Linear Shrinkage} = \frac{L_p - L_f}{L_p} \times 100 \quad (3)$$

2) การดูดซึมน้ำ (Absorption)

1. ชั่งน้ำหนักแห้งทดสอบ บันทึกผลเป็นน้ำหนักแห้ง (D)

2. นำแห้งทดสอบแช่ในน้ำเดือดนาน 5 ชั่วโมง นำขึ้นมาเช็ดผิวแห้งทดสอบชั่งน้ำหนักบันทึกน้ำหนักขึ้นงาน (W)

3. นำค่าจากการทดสอบมาคำนวณ

$$\% \text{ Absorption} = \frac{W - D}{D} \times 100 \quad (4)$$

3) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยกะทันหัน (Thermal Shock Resistance)

การทดสอบความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยกะทันหัน จะทดลองโดยการนำแห้งทดสอบไปอบที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส และนำมาแช่ในน้ำเย็นโดยทันที หลังจากนั้นก็นำกลับมาอบอีก โดยคิดเป็นจำนวนครั้งที่ทดสอบจะสามารถทนถูกอบและแช่น้ำเย็นได้โดยไม่เกิดร้าวหรือแตกร้าว หากแห้งทดสอบมีจำนวนแห้งทดสอบมาก แสดงว่าแห้งทดสอบความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยกะทันหัน ได้สูง โดยในการทดสอบจะทำการทดสอบจำนวน 20 ครั้ง

การหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาชีวมวล

ในการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาชีวมวลได้ใช้การทดสอบโดยการระเหยของน้ำโดยในการทดสอบมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ คือ

1) เตรียมวัตถุดิบที่ใช้ คือ ไม้ยูคาลิปตัสมีค่าความร้อน 16,960 kJ/kg น้ำเปล่า จำนวน 2 กิโลกรัม

2) ใส่เชื้อเพลิงไม้ลงไปด้านบนของห้องเผาไหม้ที่ทำจากอิฐฉนวนทนไฟจำนวน 0.7 กิโลกรัม (บันทึกผล) และชั่งน้ำ จำนวน 2 กิโลกรัม (บันทึกผล) ใส่ลงในหม้อต้มทำการวัดอุณหภูมิแวดล้อมอุณหภูมิ น้ำ (บันทึกผล)

3) ทำการจุดเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้แล้วนำหม้อต้มน้ำที่ใส่น้ำเตรียมไว้ตั้งลงบนบริเวณปากเตาทำการวัดอุณหภูมิของน้ำภายในหม้อต้ม (บันทึกผล) ระหว่างน้ำระเหยให้บันทึกอุณหภูมิ น้ำที่ต้มทุกๆ 5 นาที

4) เมื่อครบตามเวลาน้ำที่เหลืออยู่ในหม้อต้มมาชั่งน้ำหนัก (บันทึกผล) เพื่อหาปริมาณน้ำที่ระเหยไป

5) เมื่อทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาชีวมวลเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิง ปริมาณน้ำเริ่มต้นและปริมาณการระเหยน้ำหรือค่าที่บันทึกไว้มาคำนวณค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนโดยใช้สมการ (Bhattacharya et al., 1998)

$$\eta = \frac{M_{w,i} \times C_p \times (T_b - T_i) + M_{w, \text{evap}} \times H_i \times 100}{M_f \times H_f} \quad (5)$$

โดย η = ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเตาชีวมวล

$M_{w,i}$ = น้ำหนักน้ำก่อนต้ม, kg

C_p = ความร้อนจำเพาะของน้ำมีค่า 4.186 kJ/kg $^{\circ}\text{C}$

$M_{w, \text{evap}}$ = น้ำหนักน้ำที่ระเหย, kg

M_f = น้ำหนักเชื้อเพลิง, kg

T_b = อุณหภูมิขณะน้ำเดือด, องศาเซลเซียส

T_i = อุณหภูมิน้ำก่อนต้ม, องศาเซลเซียส

H_i = ค่าความร้อนแฝงของน้ำมีค่า 2,257 kJ/kg

H_f = ค่าความร้อนเชื้อเพลิง 16,960 kJ/kg

ผลการวิจัย

ผลการหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของอิฐฉนวนทนไฟ และศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาชีวมวล มีดังต่อไปนี้คือ

การหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม

จากการหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของอิฐฉนวนทนไฟโดยการทำแท่งทดสอบผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 1-3

ตารางที่ 1 แสดงผลทางกายภาพ (การหดตัว) ของแท่งทดสอบอิฐฉนวนทนไฟ

การหดตัวเชิงเส้น (Linear Shrinkage)						
	Drying Linear Shrinkage			Firing Linear Shrinkage		Linear Shrinkage
สูตร	ความยาวแท่งทดสอบ (cm)	ความยาวเมื่อแห้ง (cm)	การหดตัว (%)	ความยาวหลังเผา (cm)	การหดตัว (%)	การหดตัว (%)
1	8	7.9	1.25	7.5	5.06	6.25
2	8	7.9	1.25	7.8	1.26	2.5
3	8	7.8	2.5	7.4	5.12	7.5
4	8	7.9	1.25	7.85	0.63	1.85

จากตารางที่ 1 พบว่าจากการทดสอบทางกายภาพการหดตัวของแท่งทดสอบอิฐฉนวนทนไฟ แท่งทดสอบของอิฐฉนวนทนไฟสูตรที่ 3 มีการหดตัวสูงสุด หดตัว 0.6 เซนติเมตร คิดเป็นร้อยละ 7.5 รองลงมาได้แก่สูตรที่ 1 หดตัว 0.5 เซนติเมตร คิดเป็นร้อยละ 6.25 สูตรที่ 2 หดตัว 0.2 เซนติเมตร คิดเป็นร้อยละ 2.5 และ สูตรที่ 4 หดตัว 0.15 เซนติเมตร คิดเป็นร้อยละ 1.85 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงผลทางกายภาพ (การดูดซึมน้ำ) ของแท่งทดสอบอิฐฉนวนทนไฟ

การดูดซึมน้ำ				
สูตร	น้ำหนักก่อน (g)	น้ำหนักหลัง (g)	ปริมาณการดูดซึม (g)	การดูดซึม (%)
1	44.9	59.7	14.8	24.7
2	33.1	54.2	21.1	38.9
3	61.3	75.5	14.2	18.8
4	50.6	67.6	17	25.1

จากตารางที่ 2 พบว่าจากการทดสอบทางกายภาพการดูดซึมน้ำของแท่งทดสอบอิฐฉนวนทนไฟ การดูดซึมน้ำของแท่งทดสอบอิฐฉนวนทนไฟ แท่งทดสอบของอิฐฉนวนทนไฟสูตรที่ 2 มีการดูดซึมน้ำสูงสุด ดูดซึมน้ำ 21.1 กรัม คิดเป็นร้อยละ 38.9 รองลงมาได้แก่สูตรที่ 4 ดูดซึมน้ำ 17 กรัม คิดเป็นร้อยละ 25.1 สูตรที่ 1 ดูดซึมน้ำ 14.8 กรัม คิดเป็นร้อยละ 24.7 และ สูตรที่ 3 ดูดซึมน้ำ 14.2 กรัม คิดเป็นร้อยละ 18.8 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 แสดงผลทางกายภาพ (การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยกะทันหัน) (Thermal Shock Resistance)

สูตร	การเปลี่ยนแปลงของแท่งทดสอบอิฐฉนวนทนไฟ	
	จำนวนที่ทดสอบ/ครั้ง	ลักษณะแท่งทดสอบ
1	20	ไม่เกิดการแตกร้าว
2	20	ไม่เกิดการแตกร้าว
3	20	ไม่เกิดการแตกร้าว
4	20	ไม่เกิดการแตกร้าว

จากตารางที่ 3 พบว่าจากการทดสอบการเปลี่ยนแปลงของแท่งทดสอบอิฐฉนวนทนไฟหลังจากการทดสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยกะทันหันของอิฐฉนวนทนไฟโดยได้ทำการทดสอบแท่งทดสอบทั้ง 4 สูตรของแท่งทดสอบโดยแท่งทดสอบทุกสูตรไม่พบรอยแตกร้าวของแท่งทดสอบ

การประเมินประสิทธิภาพเชิงความร้อนเตาชีวมวล ผลการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อน แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบการต้มน้ำเดือดเพื่อหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาชีวมวลที่ห้องเผาไหม้ทำจากอิฐฉนวนทนไฟ

ครั้งที่	มวลเชื้อเพลิง (kg)	มวลน้ำเริ่มต้น (kg)	อุณหภูมิ น้ำเดือด (°C)	เวลาที่ น้ำเดือด (min)	อุณหภูมิ น้ำเริ่มต้น (°C)	มวลที่ น้ำระเหย (kg)	ประสิทธิภาพ (%)	มวล ถ้ำ (g)
1	0.7	2	100	20	26	0.780	24.63	3.5
2	0.7	2	100	20	26	0.830	25.80	3.7
3	0.7	2	100	20	26	0.850	26.27	3.5
4	0.7	2	100	20	27	0.830	25.71	3.5
5	0.7	2	100	20	27	0.880	27.05	3.7
ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ							25.89	

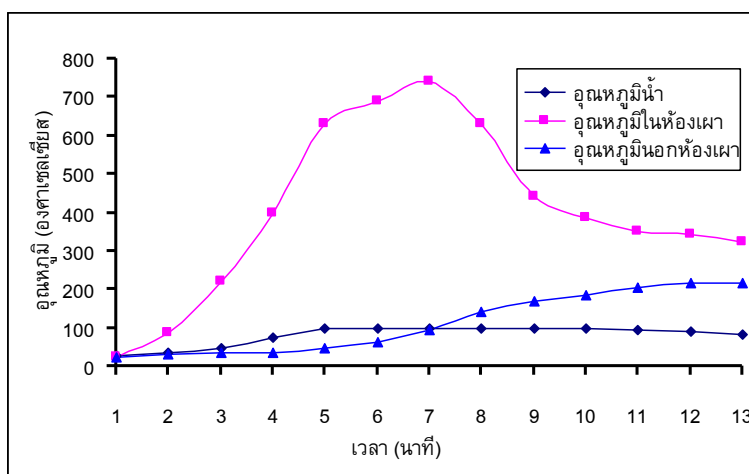
จากการทดลองเพื่อประเมินประสิทธิภาพของเตาชีวมวล โดยเตาชีวมวลใช้เชื้อเพลิงไม้ยูคาลิปตัสค่าความร้อนของเชื้อเพลิงมีค่าเท่ากับ 16,960 kJ/kg โดยทำการทดลอง 5 ครั้ง และได้ค่าประสิทธิภาพของเตาชีวมวลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.89 %

จากการทดลองเริ่มจากการศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการระเหยน้ำ โดยการให้ความร้อนเพื่อระเหยน้ำปริมาณ 2 กิโลกรัม โดยใช้เชื้อเพลิงไม้ยูคาลิปตัส 0.7 กิโลกรัมในเตาชีวมวล จากกราฟภาพที่ 9 แสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ของความร้อนโดยอุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้ อุณหภูมิสูงขึ้นจนถึงอุณหภูมิ 632 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้อุณหภูมิของน้ำมีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิในห้องเผาก็ยังเพิ่มขึ้นจนถึงอุณหภูมิสูงสุดที่ 740 องศาเซลเซียส

หลังจากนั้นอุณหภูมิเริ่มลดลง อุณหภูมิภายในและภายนอกเตาแตกต่างกันมาก โดยอุณหภูมิภายในเตาสูงกว่าภายนอกเตา เมื่อเวลาผ่านไปอุณหภูมิภายนอกของเตาเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่ไม่มาก ที่เป็นเช่นนั้นเพราะตัวเตาด้านนอกทำจากท่อเหล็ก ซึ่งนำความร้อนได้ เมื่อเวลาผ่านไปเหล็กได้รับความร้อนจากเปลวไฟที่มีอุณหภูมิสูงที่ปล่องเตา มีการนำความร้อนลงมาสู่ตัวเตาด้านล่าง

เป็นไปตามกฎการนำความร้อนของฟูเรียร์ (Fourier Law of Conduction) ที่กล่าวว่า การนำความร้อนที่เกิดขึ้นกับวัสดุของแข็งที่มีรูปทรงกลม หรือรูปทรงกระบอก โดยมีการเคลื่อนที่ หรือการไหลของความร้อนอยู่ในลักษณะเรียงกันตามรัศมีขณะที่เคลื่อนที่ผ่านตัวกลางของแข็งนั้น สำหรับอุณหภูมิในห้องเผาไหม้พบว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ เนื่องจากห้องเผาไหม้ทำจากอิฐฉนวนทนไฟซึ่งทำให้ความ

ร้อนในห้องเผาผ่านมายังภายนอกห้องเผามีอุณหภูมิที่น้อย แต่ความร้อนสะสมและผ่านมาก็ทำให้มีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 218 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 9 การแปรค่าอุณหภูมิของน้ำ อุณหภูมิในห้องเผา และอุณหภูมิภายนอกห้องเผา

นอกจากจะศึกษาประสิทธิภาพของเตาชีวมวลแล้วยังได้ศึกษาต้นทุนที่ใช้ในการระเหยของน้ำ จากปัจจุบันไม่เชื่อเพลิงยูคาลิปตัสมีราคากิโลกรัมละ 1 บาท เมื่อทราบต้นทุนเชื้อเพลิงแล้วจึงได้นำมา คำนวณหาค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเพื่อใช้ในการระเหยน้ำ 1 kg พบว่า

เตาชีวมวลมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานจำเพาะเพียง 1 บาท เตาชีวมวลมีค่าใช้จ่ายประมาณ 1,300 บาท ต่อเตา ถ้าใน 1 วันใช้เตาประกอบอาหารเช้าและเย็นวันละ 1 ชั่วโมง จะต้องใช้เชื้อเพลิงไม้มูลค่า 2 กิโลกรัม ซึ่งไม่ยูคาลิปตัสกิโลกรัมละ 1 บาท จะเสียค่าใช้จ่ายเดือนละ 60 บาท เมื่อ เปรียบเทียบกับการใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงในครอบครัวจำนวน 4 คน จะใช้แก๊สหุงต้มประมาณ 1 ถัง ต่อเดือน (ถึงขนาด 15 kg) ปัจจุบันราคาถังละ 280 บาท แสดงว่าจะสามารถประหยัดเงินได้เดือน 220 บาท ปีละ 2,640 บาท ซึ่งสามารถคุ้มทุนได้ภายใน 5.9 เดือน

ผลการวิจัย

ผลจากการทดสอบเนื้อดินอิฐฉนวนทนไฟ โดยใช้วัตถุดิบได้แก่ อลูมินา ดินขาว และซีลี้อย เพื่อ ทำห้องเผาไหม้เตาชีวมวลเพื่อทดแทนการใช้โลหะ และเพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินอิฐฉนวน ทนไฟหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส จำนวน 4 อัตราส่วนผสม เผาด้วยเตาไฟฟ้าบรรยากาศ ออกซิเดชั่น พบว่าอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมได้แก่สูตรที่ 2 อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบคือ อลูมินา 50 % ดินขาว 30 % และซีลี้อย 20 % ซึ่งสอดคล้องกับปรีดา พิมพ์ขาวขำ (2538) กล่าวว่าการผลิตอิฐทนไฟ สามารถทำได้โดยการเลือกใช้วัตถุดิบที่มีการทนไฟที่อุณหภูมิตามที่เราต้องการ ต้องมีส่วนผสมของ

อลูมินาสูง เพื่อช่วยให้เกิดความทนไฟที่สูงป้องกันการหลอมตัวที่อุณหภูมิ การผสมดินขาวในเนื้อดินเพื่อช่วยเพิ่มการทนไฟ และลดการหดตัวที่อุณหภูมิที่ช่วยในการทนไฟที่อุณหภูมิที่สูง

ความพรุนตัวของอิฐทนไฟเกิดจากการการผสมวัสดุในส่วนผสมได้แก่ ซีลี้อย เมื่อเผาแล้วจะสลายไปทิ้งช่องว่างในตัวของอิฐทนไฟทำให้เกิดช่องว่างเสมือนเป็นตัวป้องกันความร้อนให้เกิดการแพร่ที่ช้าลง ค่าการหดตัวของเนื้อดินมีความสัมพันธ์กับปริมาณวัตถุดิบในอัตราส่วนผสมคือ เมื่อปริมาณดินขาวมากค่าการหดตัวของเนื้อดินจะสูงในทางผกผันกัน เมื่อปริมาณดินขาวน้อยค่าการหดตัวของเนื้อดินจะต่ำ

งานวิจัยดังกล่าวข้างต้นสอดคล้องกับ ไพจิตร อิงศิริวัฒน์ (2541) ที่กล่าวว่า สมบัติการดูดซึมน้ำของเนื้อดิน คือเมื่อเนื้อดินมีค่าการหดตัวสูงจะส่งผลให้เนื้อดินมีสมบัติการดูดซึมน้ำต่ำ เนื่องจากเนื้อดินมีการเรียงตัวกันแน่น รูพรุนระหว่างอนุภาคเนื้อดินมีน้อยทำให้เนื้อดินที่มีค่าการหดตัวสูง สามารถดูดซึมน้ำได้ต่ำ ในทางผกผันกัน หากเนื้อดินมีค่าการหดตัวต่ำ ย่อมทำให้เนื้อดินสามารถดูดซึมน้ำได้สูง เนื่องจากรูพรุนระหว่างอนุภาคเนื้อดินมีมาก

การหาค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาชีวมวล ซึ่งในการทดลองได้ใช้วิธีการต้มน้ำ (Water Boiling Test) โดยทดลอง 5 ครั้ง เพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือในแต่ละครั้งจะเห็นได้ว่ามีค่าประสิทธิภาพที่ไม่ตรงกันแต่มีค่าที่ใกล้เคียงกันแต่เมื่อนำค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาชีวมวลมาเฉลี่ยค่าเท่ากับ 25.89% ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพสูงกว่า จูติพร เจาะจง และคณะ (2557) ที่มีค่าประสิทธิภาพของเตาแก๊สชีวมวลที่ 18.003 %

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อพัฒนาห้องเผาไหม้ที่ทำมาจากอิฐฉนวนทนไฟโดยนำมาสร้างประกอบเป็นเตาชีวมวลสำหรับการหุงต้มในครัวเรือนและได้ทำการทดลองหาประสิทธิภาพและจากการทดลองได้พบปัญหาและข้อสังเกตซึ่งก็จะเป็นข้อมูลในการวิจัยในครั้งต่อไปสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การขึ้นรูปห้องเผาไหม้ควรใช้การขึ้นแบบที่มีแรงอัดที่สม่ำเสมอ เป็นการป้องกันความเสี่ยงในการแตกร้าวเนื่องจากความหนาแน่นและความหนาของเนื้อดินหรือวัตถุดิบมีผลกับการหดตัวนำไปสู่การแตกร้าวได้

2. วัตถุดิบแต่ละแหล่งนั้นมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันซึ่งก็จะมีผลต่อคุณภาพของเนื้อดินปั้นและประสิทธิภาพของการใช้งาน

3. งานวิจัยในครั้งนี้ใช้เชื้อเพลิงไม้ยูคาลิปตัสในการทดสอบควรมีการศึกษาเกี่ยวกับเชื้อเพลิงไม้ชนิดต่างๆ ที่จัดหาได้ในท้องถิ่นและนำมาเปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพ

4. ควรมีการศึกษาสภาพของตัวแปรต่างๆที่จะมีผลต่อประสิทธิภาพของเตาชีวมวลและต่อการใช้งานในแต่ละสภาพการณ์ อาทิเช่น ขนาดรูปร่างของเชื้อเพลิง อัตราการไหลของอากาศ เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยบรรลุผลสำเร็จได้ดีเนื่องด้วยได้รับความร่วมมือและความช่วยเหลือจากบุคคลสำคัญต่างๆ ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิจัยครั้งนี้ทุกท่าน ขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ที่ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- จิตติพร เจาะจง และพิสิษฐ์ มณีโชติ. (2557). การทดสอบประสิทธิภาพเตาแก๊สชีวมวลขนาดเล็ก. การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏเพชรบุรีวิจัยเพื่อแผ่นดินไทยที่ยั่งยืน ครั้งที่4. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี.
- ประดุกดี สารสิทธิ์. (2541). การทดสอบสมบัติทางฟิสิกส์ในงานเซรามิกส์. คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช.
- ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. (2538). เซรามิกส์. แก๊ซปรับปรุงครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ ฯ
- ไพจิตร อังศิริวัฒน์. (2541). เนื้อดินเซรามิก. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์พิมพ์ลักษณ์, กรุงเทพฯ
- Bhattacharya S. C., A. H. Md. M. R. Siddique, M. Augustus Leon , H-L. Pham and C. P. Mahandari. (1998). A Study on Improve Institutional Biomass Stove. Energy Program, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.