

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24
20-22 ตุลาคม 2553 จังหวัดอุบลราชธานี

อิทธิพลของความสูงห้องเผาไหม้ที่ส่งผลต่อสมรรถนะหัวเผื่อน้ำมันพืชใช้แล้ว Effect of Height Combustors on Performance of Used Vegetable Oil Porous Burner

อาวุธ ฤทธิธนากุล^{1*}, ฤทธิธนา บัญศิริ¹, นิธิชัย ปัญญ์บุญยกุล¹, เกษมศิลป์ อ่อนทอง² และ จารุวัตร เจริญสุข²

¹ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร กรุงเทพฯ 10530

² ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520 โทร 027 373 000

*ติดต่อ: โทรศัพท์: 02 988 3655 ต่อ 3113 Email: umkmitl39@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาหัวเผื่อน้ำมันปาล์มใช้แล้วโดยได้ทำการศึกษาอิทธิพลของความสูงห้องเผาไหม้ที่ส่งผลต่อสมรรถนะและเปลวไฟของหัวเผื่อน้ำมันพืชใช้แล้วซึ่งในการทดลองได้ทำการปรับเปลี่ยนความสูงของห้องเผาไหม้ 3 ระยะ คือ ความสูง 15 เซนติเมตร, 20 เซนติเมตร, 30 เซนติเมตร โดยทำการปรับอัตราการไหลของน้ำมันพืชใช้แล้วเท่ากับ 0.03 kg/min และอัตราการไหลของน้ำที่ใช้ในการสร้างไอน้ำเท่ากับ 0.15 kg/min โดยจากการทดลองพบว่าความสูงของห้องเผาไหม้ที่ 30 เซนติเมตร ให้การเผาไหม้ที่ดีที่สุดปริมาณเขม่าและก๊าซไอเสียต่ำ โดยมีค่า CO เท่ากับ 660 ppm ที่มาตรฐาน O₂ 6% และปริมาณ CO₂ เท่ากับ 3.70 % ประสิทธิภาพเชิงความร้อนและประสิทธิภาพการเผาไหม้มีค่าเท่ากับ 42% และ 99.80% ตามลำดับ ผลวิจัยนี้ชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของห้องเผาไหม้กับสมรรถนะและลักษณะเปลวไฟของหัวเผือกกล่าวคือทำการเพิ่มความสูงของห้องเผาไหม้ซึ่งหมายถึงการเพิ่มระยะเวลาในการเผาไหม้(Residence time)ให้ยาวนานยิ่งขึ้นเป็นสาเหตุให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ขึ้น

คำสำคัญ: หัวเผื่อน้ำมันพืชใช้แล้ว/น้ำมันพืชใช้แล้ว/ความสูงของห้องเผาไหม้

Abstract

This article is concerning about design and development on used vegetable oil burner. The study focusing on burner height that effect on the efficiency of the burner. The experimental are conducting by varying the height of combustor 15cm, 20cm, 30cm. Used palm-oil mass flow rate was kept constant at 0.03 kg/min and flow rate of water which used to generate steam 0.15kg/min. The experimental result found that the combustion efficiency is highest at 30 cm combustor height, consequence in low production of pollution and soot, measured CO 660 ppm at standard O₂ 6% and CO₂ 3.70 %. Calculated thermal efficiency and combustion efficiency was 42% and 99.80% respectively. These experimental results show the relationship among combustor height, combustor efficiency and flame shape of the burner. That is more height of the combustor result in more residence time and more completely of the combustion.

Keywords: Used vegetable oil burner/ Used vegetable oil/Combustor height

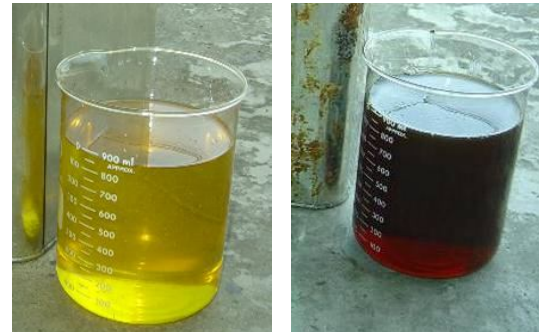
1. บทนำ

จากงานวิจัยที่ผ่านมา[2]ได้ทำการปรับปรุงและพัฒนาหัวเผาชุดนี้ซึ่งได้มีการนำวัสดุพูนมาประยุกต์ใช้ในระบบ โดยวัสดุพูนจะถูกบรรจุอยู่ในหัวเผาที่ได้ทำการติดตั้งเครื่องกำเนิดไอน้ำไว้ใน ซึ่งวัสดุพูนนี้จะช่วยให้เปลวไฟที่เกิดขึ้นมีความเสถียรมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังมีส่วนช่วยในการกักเก็บความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ ช่วยให้เกิดการกระจายตัวของความร้อนทั่วทั้งหัวเผา ด้วยกลไกการนำความร้อนและแผ่รังสีความร้อนระหว่างวัสดุพูนด้วยเหตุนี้จะทำให้กลไกการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างวัสดุพูนกับเครื่องกำเนิดไอน้ำเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ส่งผลให้สามารถผลิตไอน้ำ ที่ใช้ในการเหี่ยวনাอากาศและน้ำมันพืชใช้แล้วที่ใช้ในการเผาไหม้ ได้อย่างต่อเนื่องโดยเมื่อทำการทดสอบพบว่าหัวเผาน้ำมันพืชใช้แล้วที่ได้พัฒนาขึ้นนี้สามารถเผาไหม้ได้ด้วยการป้อนน้ำมันพืชใช้แล้วเพียงอย่างเดียวแต่ยังมีปัญหาในเรื่องของการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ซึ่งคาดว่า เป็นผลมาจากระยะเวลาเผาไหม้ไม่เพียงพอสืบเนื่องมาจากความสูงของห้องเผาไหม้สั้นเกินไปส่งผลให้ระยะเวลาในการเผาไหม้(Residence time)ไม่เพียงพอทำให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาอิทธิพลความสูงของห้องเผาไหม้ที่ส่งผลต่อสมรรถนะและลักษณะของเปลวไฟที่เกิดขึ้นของหัวเผาน้ำมันพืชใช้แล้วโดยในการทดลองได้ทำการปรับเปลี่ยนความสูงของห้องเผาไหม้คือ 15 เซนติเมตร 20 เซนติเมตร และ 30 เซนติเมตรตามลำดับ โดยตัวแปรตามที่ทำการศึกษาเพื่อเป็นตัวบ่งชี้สมรรถนะของเตาคือประสิทธิภาพเชิงความร้อน ประสิทธิภาพการเผาไหม้ และปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้น

2. คุณสมบัติของน้ำมันปาล์ม (Property of Palm oil)

เชื้อเพลิงที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ น้ำมันพืชใช้แล้ว ซึ่งลักษณะและองค์ประกอบของน้ำมันพืชใช้แล้วแสดงดังรูปที่ 1 และตารางที่ 1 โดยจะเห็นได้ว่าน้ำมันพืชใช้แล้วจะมีสีเข้มเนื่องจากคราบเขม่า แต่ยังคงมีค่าความร้อนและปริมาณคาร์บอน อยู่ในปริมาณที่สูงอยู่ ดังนั้น

จึงเป็นการเหมาะสมที่จะนำน้ำมันพืชใช้แล้วกลับมาเป็นเชื้อเพลิงใหม่



(ก)

(ข)

รูปที่ 1 ลักษณะของน้ำมันปาล์มที่ยังไม่ได้ใช้ (ก) และน้ำมันปาล์มที่ใช้แล้ว (ข)

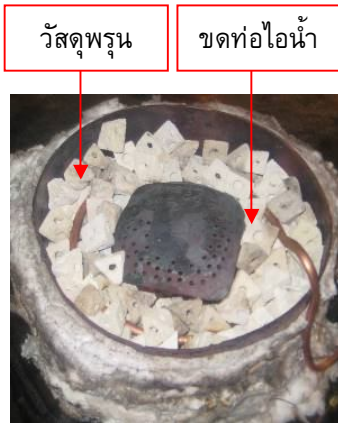
ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบของเชื้อเพลิง[10]

องค์ประกอบในเชื้อเพลิง	หน่วย (%)mass	
	ผ่านการใช้งานแล้ว(ทอดปลา)	ยังไม่ผ่านการใช้งาน
Sulphur	0.01	0.01
Carbon	75.6	76.4
Hydrogen	11.3	11.4
Nitrogen	0.19	0.19
Oxygen	12.9	12.0
Ash	0.005	0.006
Higher heating value(MJ/kg)	36.35	36.89

3. ขั้นตอนการออกแบบและวิธีการทดลอง

รูปที่ 2 แสดงหัวเผาน้ำมันพืชใช้แล้วซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร ซึ่งภายในหัวเผาจะมีท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตรขุดอยู่ในห้องเผาไหม้ โดยขุดท่อทองแดงนี้จะทำหน้าที่ในการผลิตไอน้ำให้แก่ระบบซึ่งท่อทองแดงจะถูกล้อมรอบด้วยวัสดุสร้างความพูนทรงสามเหลี่ยมพีรามิดขนาด 2 เซนติเมตรและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูเจาะ

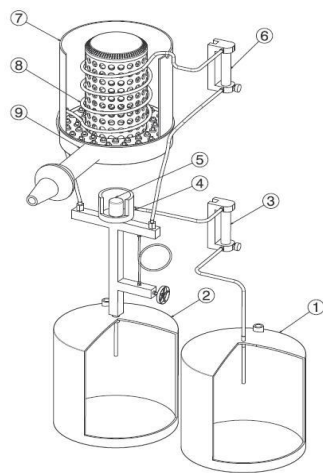
เท่ากับ 0.8 เซนติเมตรดังรูปที่3ซึ่งวัสดุสร้างความ
พุนทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน
ระหว่างวัสดุสร้างความพุนกับเครื่องผลิตไอน้ำ



รูปที่ 2 แสดงลักษณะหัว
เผื่อน้ำมันพีซีแล้ว



รูปที่ 3 ลักษณะของ
วัสดุสร้างความพุน



รูปที่ 4 แสดงชุดหัวเผาชุดหัวเผื่อน้ำมันพีซีแล้ว

- | | |
|----------------------------|---------------------|
| 1) Oil tank 1 | 2) Water tank |
| 3) Used oil flow meter oil | 4) Oil tank 2 |
| 5) Steam nozzle | 6) Water flow meter |
| 7) Combustion chamber | 8) Evaporator tube |
| 9) LPG burner (KB7) | |

รูปที่ 4 แสดงชุดหัวเผื่อน้ำมันพีซีแล้วในการ
ทดลองจะทำการปรับอัตราการไหลของน้ำมัน
ปาล์มใช้แล้วในช่วง 0.03 kg/min และอัตราการ
ไหลของน้ำที่ใช้ในการสร้างไอน้ำเท่ากับ 0.25
kg/min โดยการทดลองเริ่มจากการจุดหัวเผาแก๊ส

LPG(KB7) หมายเลข 9 เพื่อนำความร้อนที่ได้มาอุ่น
วัสดุพุนที่บรรจุอยู่ใน Combustion chamber
หมายเลข 7 จากอุณหภูมิบรรยากาศให้มีอุณหภูมิ
สูงขึ้น จากนั้นจะเกิดการถ่ายเทความร้อนระหว่างวัสดุ
พุนกับ Evaporator tube หมายเลข 8 ทำให้เกิดไ
อน้ำป้อนเข้าสู่ระบบ โดยไอน้ำนี้จะถูกพ่นผ่านหัวฉีด
ด้วยแรงดันสูง ซึ่งหัวฉีดนี้จะถูกติดตั้งอยู่ภายในอ่าง
น้ำมันหมายเลข 4 ดังนั้นเมื่อไอน้ำพ่นผ่านหัวฉีดจะทำ
ให้เกิดฝอยละอองน้ำมันและการเหนียวน้ำอากาศ
ป้อนเข้าไปสู่ภายในห้องเผาไหม้ จนเกิดการลุกไหม้ได้
ด้วยการป้อนน้ำมันปาล์มใช้แล้วเพียงอย่างเดียว
จากนั้นจึงทำการก็จะทำการปิด LPG เมื่อรอนระบบ
เข้าสู่สภาวะคงตัวแล้ว จึงทำการบันทึกค่าอุณหภูมิ
ภายในวัสดุสร้างความพุน โดยใช้ Thermocouple
type K เป็นเซนเซอร์และใช้ Data logger เป็นอุปกรณ์
ในการบันทึกผล นอกจากนี้ยังทำการบันทึกแก๊สไอ
เสียที่ได้จากการเผาไหม้ โดยใช้เครื่องวัดไอเสีย Testo
350 XL เพื่อนำค่าที่ได้ไปใช้ในการคำนวณหาค่า
ประสิทธิภาพการเผาไหม้ตามลำดับ

3.1 มาตรฐานการทดสอบ

ในการหาสมรรถนะของหัวเผาจะนำค่า
ประสิทธิภาพการเผาไหม้(η_c)และประสิทธิภาพเชิง
ความร้อน(η_u)มาเป็นดัชนีในการชี้วัดสมรรถนะของ
หัวเผาซึ่งมาตรฐานการทดสอบในงานวิจัยนี้ได้อ้างอิง
ตามมาตรฐาน DIN EN 203-1

3.1.1 การทดสอบประสิทธิภาพการเผาไหม้

(1) นำอุปกรณ์เก็บแก๊สเสีย (Flue gas) รูปที่ 4 ตาม
มาตรฐาน DIN 203-1 ครอบหัวเผาที่ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว
ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที แล้วจึงนำหัววัดใส่เข้าไปที่ด้านบน
ของอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง รอนจนค่าที่วัดได้เข้าสู่สภาวะ
คงตัวแล้วจึงบันทึกผลการทดลอง โดยเก็บผล ทุกๆ 1
นาทีจนครบ 15 นาที โดยทำการบันทึกแก๊ส O_2 ,
 CO_2 , CO

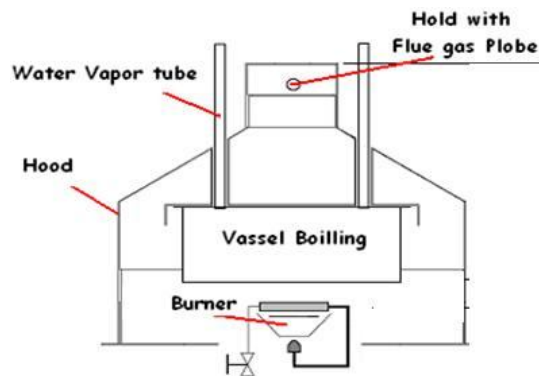
(2) ทำการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขการทดสอบโดยปรับ
อัตราการไหลของน้ำมันพีซีแล้วและปรับเปลี่ยน
ความสูงของห้องเผาไหม้ว่าปริมาณแก๊สเสียมีการ
เปลี่ยนแปลงอย่างไร

(3) นำค่าที่ได้ทั้งหมดนี้ไปคำนวณหาประสิทธิภาพการเผาไหม้ ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก

$$\eta_c = \left[\frac{Q_{\text{fuel}} - Q_{\text{loss,co}}}{Q_{\text{fuel}}} \right] \times 100\% \quad (1)$$

เมื่อ

η_c = ประสิทธิภาพการเผาไหม้
 Q_{fuel} = ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง, kW
 $Q_{\text{loss,co}}$ = ปริมาณความร้อนที่สูญเสียจากการเผาไหม้คาร์บอนมอนอกไซด์, kW



รูปที่ 5 โครงสร้างภายในของชุดอุปกรณ์การทดสอบตามมาตรฐาน DIN EN 203-1

3.1.2 การทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อน

ทำการทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบมาตรฐานแบบวิธีการต้มเดือด (Water Boiling Test, WBT) ซึ่งมีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

- (1) วัดอุณหภูมิน้ำก่อนการทดสอบ
- (2) เติมน้ำลงในภาชนะจำนวน 3000 กรัมและติดตั้งเทอร์โมคัปเปิ้ลให้สูงจากก้นภาชนะ 5 เซนติเมตรเพื่อวัดอุณหภูมิของน้ำก่อนการทดสอบ
- (3) จุดเตาเมื่อหัวเผาสามารถทำงานได้โดยใช้น้ำมันพืชใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิงให้ติดเตาทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที
- (4) นำภาชนะที่เตรียมไว้วางบนเตา บันทึกอุณหภูมิการเปลี่ยนแปลงของน้ำทุกๆ 1 นาทีตั้งแต่น้ำอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จนน้ำเริ่มเดือดอุณหภูมิของน้ำมีค่าประมาณ 95 องศาเซลเซียสจากนั้นทำการ

บันทึกเวลาขณะนั้นไว้ แล้วทำการต้ม น้ำต่อไปอีก 5 นาที จึงทำการดับเตาพร้อมกับหยุดเวลาและอุณหภูมิ น้ำเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ

(5) ชั่งน้ำหนักของน้ำในภาชนะที่เหลือ ค่าที่ได้ทั้งหมดนี้ไปคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนซึ่งสามารถคำนวณได้จาก

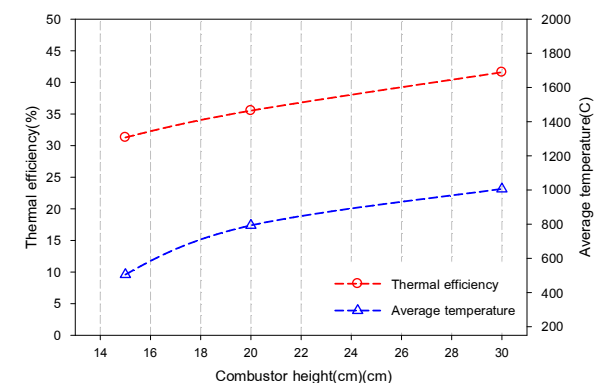
$$\eta_{th} = \frac{(C_{p,water} \times W_{water} \times \Delta T) + (h_{fg,vapour} \times W_{vapor})}{\dot{m}_{fuel} \times LHV_{fuel} \times T_{total}} \times 100\% \quad (2)$$

เมื่อ

η_{th} = Thermal efficiency, %
 W_{water} = น้ำหนักน้ำที่ใช้ทดสอบ, g
 $C_{p,water}$ = Specific Heat of Water = 4.178 J/g °C
 $\dot{m}_{fuel}$ = Mass flow rate of Palm oil, kg/min
 $h_{fg,vapour}$ = Latent Heat of Vaporizer = 2260, J/g
 ΔT = ผลต่างของอุณหภูมิเริ่มต้นและอุณหภูมิสุดท้ายของน้ำที่ได้จากการทดสอบ, °C
 LHV_{fuel} = Lower Heating Value of Palm Oil, kJ/kg
 W_{vapor} = น้ำหนักไอน้ำที่ระเหยไปในการทดสอบ, g

4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนและอุณหภูมิเฉลี่ยของหัวเผา

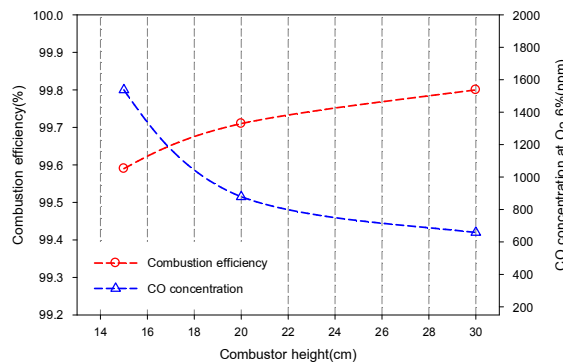


รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงความร้อนและอุณหภูมิหัวเผาเฉลี่ยเมื่อทำการปรับเปลี่ยนความสูงของห้องเผาไหม้

รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงความร้อนและอุณหภูมิหัวเผาเฉลี่ยเมื่อทำการปรับเปลี่ยนความสูงโดยได้ทำการปรับเปลี่ยนความสูงของห้องเผาไหม้ 15 เซนติเมตร 20 เซนติเมตรและ 30 เซนติเมตรตามลำดับ อัตราการไหลเชื้อเพลิงเท่ากับ 0.03 kg/min และอัตราการไหลของน้ำที่ใช้สร้างไอน้ำเท่ากับ 0.15 kg/min จากการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพเชิงความร้อนอยู่ในช่วง 31% – 42 % โดยเมื่อทำการเพิ่มความสูงของห้องเผาไหม้จะทำให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากความสูงของห้องเผาไหม้ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะสอดคล้องกับอุณหภูมิเฉลี่ยของหัวเผา ที่เพิ่มขึ้นเมื่อทำการเพิ่มความสูงโดยประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุดอยู่ที่ความสูงของหัวเผา 30 เซนติเมตร ซึ่งมีค่า 42 % ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดจะอยู่ที่ความสูงของห้องเผาไหม้เท่ากับ 30 เซนติเมตรเช่นกันซึ่งมีค่าเท่ากับ 1005 °C

4.2 ประสิทธิภาพการเผาไหม้และปริมาณก๊าซ

คาร์บอนมอนอกไซด์



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการเผาไหม้และปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์เมื่อทำการปรับเปลี่ยนความสูงของห้องเผาไหม้

รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการเผาไหม้และปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์เมื่อทำการปรับเปลี่ยนความสูงของห้องเผาไหม้โดยได้ทำการปรับความสูงของห้องเผาไหม้ 15 เซนติเมตร 20 เซนติเมตรและ 30 เซนติเมตรตามลำดับ อัตราการไหลเชื้อเพลิงเท่ากับ 0.03 kg/min และอัตราการไหลของน้ำที่ใช้สร้างไอน้ำเท่ากับ 0.15 kg/min จากรูปจะเห็นว่าเมื่อทำการปรับเปลี่ยนความสูงที่เพิ่มขึ้นทำ

ให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้เพิ่มขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากระยะเวลาในการเผาไหม้เชื้อเพลิงยาวนานขึ้น (Residence time) ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่ดีซึ่งประสิทธิภาพการเผาไหม้ที่ดีที่สุดอยู่ที่ความสูงของห้องเผาไหม้เท่ากับ 30 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 99.80% ในขณะที่ปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์แนวโน้มลดลงเมื่อทำการเพิ่มความสูงของห้องเผาไหม้ โดยปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 660 ppm ที่มาตรฐาน O₂ 6% ที่ความสูงของห้องเผาไหม้เท่ากับ 30 เซนติเมตรเช่นเดียวกัน

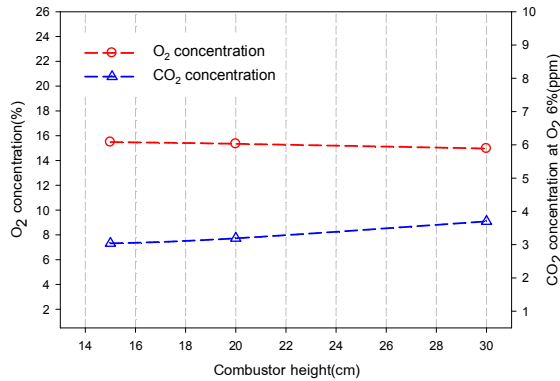


รูปที่ 8 แสดงลักษณะของเปลวไฟและเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้

รูปที่ 8 แสดงลักษณะของเปลวไฟและเขม่าบริเวณก้นภาชนะที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ในการทดลองได้ทำการปรับเปลี่ยนเมื่อทำการปรับเปลี่ยนความสูงของห้องเผาไหม้โดยได้ทำการปรับความสูงของห้องเผาไหม้ 15 เซนติเมตร 20 เซนติเมตรและ 30 เซนติเมตรตามลำดับอัตราการไหลเชื้อเพลิงเท่ากับ 0.03 kg/min จะเห็นได้ว่าลักษณะเปลวไฟลุกไหม้ได้ไม่เต็มพื้นที่หน้าตัดและความสูงของเปลวไฟจะสั้นลงเมื่อทำการเพิ่มความสูงของห้องเผาไหม้ปริมาณเขม่าที่ก้นภาชนะก็มีน้อยซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ที่

สมบูรณ์ทั้งนี้การเก็บเขมายังไม่มีเครื่องมือวัดจึงไม่สามารถวิเคราะห์ผลในส่วนเขมาได้ ซึ่งยังคงต้องการการศึกษาในลำดับต่อไป

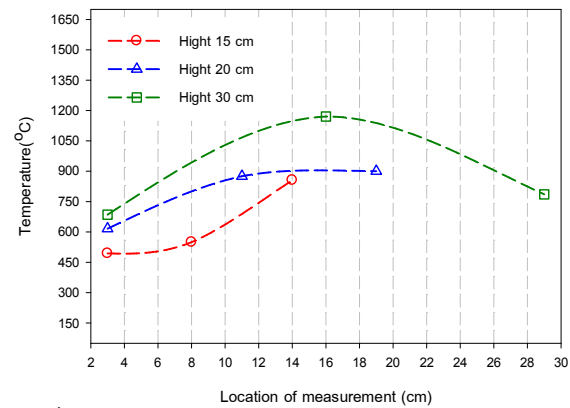
4.3 ปริมาณความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนมอนอกไซด์



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนมอนอกไซด์เมื่อทำการปรับเปลี่ยนความสูงของห้องเผาไหม้

รูปที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนมอนอกไซด์เมื่อทำการปรับเปลี่ยนความสูงของห้องเผาไหม้ โดยได้ทำการปรับความสูงของห้องเผาไหม้ 15 เซนติเมตร 20 เซนติเมตร และ 30 เซนติเมตรตามลำดับ อัตราการไหลเชื้อเพลิงเท่ากับ 0.03 kg/min และอัตราการไหลของน้ำที่ใช้สร้างไอน้ำเท่ากับ 0.15 kg/min จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าเมื่อความสูงห้องเผาไหม้เพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณความเข้มข้นของออกซิเจนมีแนวโน้มลดลงซึ่งเป็นผลมาจากอากาศได้ถูกใช้ในการเผาไหม้มากขึ้นส่วนความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เพิ่มขึ้นนั้นมาจากการเผาไหม้ที่ต่ำขึ้นจึงทำให้คาร์บอนที่มีอยู่ในเชื้อเพลิงถูกเผาไหม้ได้มากขึ้นจนกลายมาเป็นคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เพิ่มขึ้นนั่นเองโดยปริมาณความเข้มข้นของออกซิเจนมีค่าเท่ากับ 14.90% และคาร์บอนมอนอกไซด์มีค่าเท่ากับ 3.70% ที่ความสูงของห้องเผาไหม้เท่ากับ 30 เซนติเมตร

4.4 การกระจายตัวของอุณหภูมิตามความยาวตามแนวแกนของห้องเผาไหม้



รูปที่ 10 แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิตามความยาวตามแนวแกนของห้องเผาไหม้

รูปที่ 10 แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิตามความยาวตามแนวแกนของห้องเผาไหม้ซึ่งมีรูปแบบที่สอดคล้องกับผลการทดลองของการเผาไหม้ในวัสดุพรุนของ A.I.Bakry [3] และ J.F. Liu and W.H. Hsieh [4] ในกรณีความยาวห้องเผาไหม้ 15 เซนติเมตร พบว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตลอดช่วงความยาวห้องเผาไหม้เนื่องจากเชื้อเพลิงยังเผาไหม้ไม่หมดตั้งจะสังเกตพบเปลวไฟยาวออกมาจากห้องเผาไหม้ได้จากรูปที่ 7 และพบว่าการรักษาเสถียรภาพการเผาไหม้ในบริเวณที่เกิดการเผาไหม้ทำได้ไม่ดีเท่ากับกรณีความยาวห้องเผาไหม้ 20 และ 30 เซนติเมตรตามลำดับ เนื่องจากว่าค่าอุณหภูมิที่วัดได้ในบริเวณที่เกิดการเผาไหม้ช่วงระยะ 2 ถึง 14 เซนติเมตรมีอุณหภูมิต่ำกว่า

ในกรณีความยาวห้องเผาไหม้ 20 เซนติเมตร พบว่ามีอุณหภูมิในบริเวณที่เกิดการเผาไหม้มีค่าสูงกว่าความยาวห้องเผาไหม้ 15 เซนติเมตร แสดงว่าสามารถรักษาเสถียรภาพเปลวไฟได้ดีกว่า ซึ่งคาดว่า เป็นผลมาจากก๊าซไอเสียความร้อนสูงจากการเผาไหม้ในบริเวณระยะตั้งแต่ 14 เซนติเมตรเป็นต้นไปมีการถ่ายเทความร้อนให้กับวัสดุพรุนที่คาดว่ามีอุณหภูมิต่ำกว่าก๊าซไอเสียจึงทำให้อุณหภูมิก๊าซร้อนเริ่มมีค่าลดลงตั้งแต่ระยะ 14 เซนติเมตรเป็นต้นไป ผลจากการถ่ายเทความร้อนกลับเข้าสู่วัสดุพรุนในบริเวณ

นี้ส่งผลให้การรักษาความร้อนในวัสดุพูนในบริเวณที่เกิดการเผาไหม้ช่วง 2 ถึง 14 เซนติเมตรทำได้ดีกว่าของกรณีห้องเผาไหม้ความยาว 15 เซนติเมตร

ในกรณีความยาวห้องเผาไหม้ 30 เซนติเมตรพบว่ามีอุณหภูมิในบริเวณที่เกิดการเผาไหม้มีค่าสูงกว่าความยาวห้องเผาไหม้ 15 และ 20 เซนติเมตร เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนของก๊าซไอเสียกลับสู่วัสดุพูนสามารถทำได้มากที่สุด โดยเกิดขึ้นตั้งแต่ระยะ 16 เซนติเมตรเป็นต้นไป ซึ่งจะสังเกตได้จากอุณหภูมิที่ลดลงอย่างรวดเร็วในบริเวณนี้

5.สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลกระทบของการปรับเปลี่ยนความสูงของห้องเผาไหม้ที่มีผลต่อสมรรถนะของหัวเผาน้ำมันปาล์มใช้แล้วโดยได้ทำการปรับเปลี่ยนความสูงคือ 15 เซนติเมตร 20 เซนติเมตร และ 30 เซนติเมตรตามลำดับอัตราการไหลของเชื้อเพลิงเท่ากับ 0.030 kg/min และอัตราไหลของน้ำที่ใช้ในการไอน้ำเท่ากับ 0.15 kg/min ซึ่งสามารถตามลำดับซึ่งสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. ความสูงของห้องเผาไหม้มีผลต่อประสิทธิภาพการเผาไหม้และประสิทธิภาพเชิงความร้อนโดยประสิทธิภาพเผาไหม้มีค่ามากกว่า 99%และประสิทธิภาพเชิงความร้อนมีค่าอยู่ในช่วง 31-42 %

2. ความสูงของห้องเผาไหม้มีผลต่อปริมาณก๊าซเสียโดยปริมาณ CO มีค่าอยู่ในช่วง 660-1600 ppm ที่มาตรฐาน O₂ 6%

3. ภายใต้ช่วงการทดสอบที่เป็นเงื่อนไขของงานวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่า ความสูงของห้องเผาไหม้ 30 เซนติเมตรส่งผลให้เกิดการเผาไหม้ดีที่สุด มีปริมาณเขม่าและก๊าซไอเสียต่ำ โดยมีค่า CO เท่ากับ 660 ppm ที่มาตรฐาน O₂ 6% ประสิทธิภาพเชิงความร้อนและประสิทธิภาพในการเผาไหม้มีค่าเท่ากับ 42% และ 99.8% ตามลำดับ

6.กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (mtec) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยและนักศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครที่ช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลงไปได้ด้วยดี

7.เอกสารอ้างอิง

7.1 บทความจากเอกสารประกอบการประชุม

- [1] อาวุธ ลภีรัตนากุล เกษมศิลป์ อ่อนทอง และจารุวัตร เจริญสุข(2551).การพัฒนาหัวเผาน้ำมันปาล์มใช้แล้วด้วยเทคนิควัสดุพูน, การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย, มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ จังหวัดพิษณุโลก
- [2] เกษมศิลป์ อ่อนทอง ทวี เทศเจริญ และจารุวัตร เจริญสุข (2552).อิทธิพลรูปทรงของวัสดุสร้างความพูนที่ส่งผลต่อสมรรถนะหัวเผาน้ำมันปาล์มใช้แล้ว, การประชุมวิชาการวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่
- [3] J.F. Liu and W.H. Hsieh, 2004, Experimental investigation of combustion in porous heating burners, Comb. and Flame, vol. 138, pp. 295-303.
- [4] A.I. Bakry, Stabilized Premixed Combustion within Atmospheric Gas Porous Inert Medium (PIM) Burner, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Tanta University, August 2006
- [5] Arwut Lapirottanakul, Kasemsil Onthong and Jaruwat Charoensuk, Development of Used Vegetable Oil Burner using Porous Media, World Renewable Energy Congress 2009 –Asia The 3rd International Conference on “Sustainable Energy and Environment (SEE 2009) 18-23 May 2009, Bangkok Thailand
- [6] Mößbauer S, Pickenäcker O, Pickenäcker K, Trimis D. Application of the porous burner technology in energy and heat engineering. In: Fifth international conference on technologies and combustion for a clean environment (Clean Air V), Libson (Portugal), vol. 1, 12–15 July 1999, Lecture 20.2. pp.519–23.

- [7] S. Vijaykant, Ajay K. Agrawal., 2007, Liquid fuel combustion within silicon-carbide coated carbon foam. Department of Mechanical Engineering, University of Alabama, Tuscaloosa. Experimental Thermal and Fluid Science 32 ,pp.117–125
- [8] Tseng, C.J. and Howell, J.R., 1996, “Combustion of Liquid Fuels in Porous Radiant Burner”, Combustion Science and Technology, Vol. 112, pp. 141-161.
- [9] Kaplan, M. and Hall, M.J., 1995, “The Combustion of Liquid Fuels Within a Porous Media Radiant Burner”, Experimental Thermal and Fluid Science, Vol. 11, No. 1, pp. 13-20.

7.2 รายงาน

- [10] อวรุท ลภีรัตน์กุล (2551). สมรรถนะเชิงความร้อนของเตาเผาไหม้วัสดุพอร์ซเลนที่มีการแบ่งจ่ายอากาศเป็นชั้น ,วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร

มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

- [11] บุญส่ง เพ็ชรน้อย (2549). การพัฒนาและประเมินสมรรถนะหัวเผาใช้น้ำมันปาล์มใช้แล้วชนิดผสมอากาศก่อนการเผาไหม้ , วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

- [12] อรรถนพ ผาบเพ็ง (2546). การศึกษาเชิงทดลองของหัวเผาแบบพอร์ซเลนเผาไหม้น้ำมันพืช,วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

7.3 เว็บไซต์

- [13] มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม(2550).ทิศทางกิจการไฟฟ้า (ประเด็นที่ควรจับตามอง), แหล่งที่มา <http://learners.in.th/blog/biodiesel>