



KKU Engineering Journal

<http://www.en.kku.ac.th/enjournal/th/>

อิทธิพลของความสูงเบดต่อก๊าซไอเสียในเตาเผาแกลบแบบไซโคลน

Effect of the height of bed on exhaust gas in a rice husk fired cyclone combustor

วิศิษฐ์ ลีลาผาติกุล*

Wisit Lelaphatikul*

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยสยาม จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10160

Received June 2011

Accepted January 2012

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาเชิงทดลองการเผาไหม้ในเตาเผาไซโคลน โดยห้องเผาไหม้มีลักษณะเป็นทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเท่ากับ 1.4 m มีความสูงรวม เท่ากับ 2.8 m ในการทดลองกำหนดความสูงของเบดในเตาเผาทั้งหมด 4 ระดับ คือ 30, 45, 50 และ 60 cm ซึ่งจะมีการติดตั้งท่อฉีดอากาศไว้ในแนวสัมผัสผนังห้องเผาไหม้ เพื่อให้ทำให้อากาศภายในเกิดการไหลแบบหมุนวน โดยแต่ละการทดลองกำหนดค่าอัตราส่วนผสม (Φ) เท่ากับ 0.8 ที่อัตราการไหลของเชื้อเพลิงแกลบคงที่เท่ากับ 0.04 kg/s จากผลการทดลอง ที่ระดับความสูงเบด เท่ากับ 50 cm ก๊าซไอเสียที่วัดจากทางออกท่อไอเสียประกอบด้วย $O_2=18\%$, $CO=1,651$ ppm, $SO_x=8$ ppm และ $NO_x=49$ ppm ซึ่งสามารถวัดประสิทธิภาพทางความร้อนสูงสุดได้ 85 %

คำสำคัญ : เตาเผาไซโคลน เบด การไหลอากาศแบบหมุนวน อัตราส่วนผสม

Abstract

This paper presents the experimental study of the combustion in a cyclone combustor. The combustion chamber is a cylindrical shape 1.4 m in diameter and 2.8 m in height. The height of bed in chamber is designed to be adjustable at four levels: 30, 45, 50 and 60 cm as desired with a set of air nozzles placing circumferentially on the chamber to produce air-swirl flow inside. The equivalence ratio (Φ) was set to be 0.8. The feed rate of rice husk was held constant at 0.04 kg/s. Experimental results show that the emission of exhaust gas from stack is composed of $O_2=18\%$, $CO=1,651$ ppm, $SO_x=8$ ppm and $NO_x=49$ ppm at 50 cm bed-height. The maximum thermal efficiency is 85%.

Keywords : Cyclone combustor, Bed, Air-swirl flow, Equivalence ratio

*Corresponding author. Tel.: 02-457-0068 ext. 121 fax: 02-457-0068 ext. 5244

Email address: wisitle17@yahoo.com, wisit.lel@siam.edu

1. บทนำ

ในภาวะปัจจุบันราคาน้ำมันเชื้อเพลิงมีราคาสูงขึ้นเนื่องจากวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจและคาดว่าราคาน้ำมันก็จะสูงขึ้นอีก เพราะจำนวนของน้ำมันที่กำลังมีแนวโน้มลดน้อยลง ทำให้ต้นทุนในการเดินเครื่องจักรเพื่อการผลิตเพิ่มสูงขึ้น จึงได้เล็งเห็นความสำคัญของการใช้พลังงานในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อใช้ในการขับเคลื่อนทางอุตสาหกรรม, เกษตรกรรม และ การดำรงชีวิต เพราะในปัจจุบันการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจจะเจริญเติบโตก้าวหน้าได้นั้น ประการสำคัญคือ การใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆ ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยมีการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาด้านการเกษตรกรรม ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ทั่วทุกภาคของประเทศไทยเป็นพื้นที่เกษตรกรรม จึงมีสิ่งเหลือใช้ทางเกษตรกรรมมากมาย ที่พบมากได้แก่ แกลบ ฟาง ชานอ้อย เป็นต้น ซึ่งสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ โดยผ่านกระบวนการเปลี่ยนรูปสิ่งที่เหลือใช้นั้นมาเป็นพลังงานทดแทน เพื่อลดการนำเข้าพลังงานจากต่างชาติ ได้แก่ น้ำมันปิโตรเลียม และ ถ่านหิน เป็นต้น ในวันนี้ได้ให้ความสนใจกับแกลบข้าว ซึ่งเมื่อนำข้าวเปลือก 100 kg ไปสีแล้วจะได้แกลบประมาณ 26.12 kg (คิดเป็นประมาณ 26 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) จะได้ค่าความร้อน (Overall gross calorific value of rice husk) ประมาณ 2,900–4,560 kcal/kg. เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเตา จะได้ค่าความร้อนเพียงครึ่งหนึ่ง แต่ราคาต่ำกว่ามาก เมื่อนำแกลบมาเป็นพลังงานทดแทน จะทำให้ประหยัด ลดการนำเข้า และเป็นวัตถุดิบที่ใช้ได้อย่างเหลือเฟือ แต่ถ้าใช้วิธีการเผาไหม้แกลบในเตาเปิดปกติจะทำให้ได้ปริมาณความร้อนน้อยกว่าที่ควรจะได้ และทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ เนื่องจากขี้เถ้าที่เกิดจากการเผาไหม้ ฉะนั้นวิธีเผาไหม้เพื่อให้มีประสิทธิภาพของการเผาไหม้ดีที่สุดและสภาพแก๊สที่ออกจากปล่องไฟเป็น

มลพิษน้อยที่สุด โดยใช้เทคนิคการหมุนวนของอากาศความเร็วสูงแบบปั่นป่วน

ปัจจุบันได้มีการวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งทำการวิจัยเกี่ยวกับเตาเผาประเภทต่าง ๆ มากมาย อาทิเช่น งานวิจัยของ พงษ์เจต พรหมวงศ์ [1] ทำการศึกษาการเผาไหม้เชื้อเพลิงแกลบในช่องว่างภายในห้องเผาไหม้แบบวอร์เทค (Vortex Combustor : VC) ซึ่งมีการให้อากาศส่วนที่สอง เพื่อเพิ่มการคลุกเคล้าระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ จากการทดลอง พบว่าอุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้มีความสม่ำเสมอ และวัดอุณหภูมิภายในสูงสุดได้ประมาณ 1,000-1,200 °C, งานวิจัยของ ประจักษ์ จิตธิพิทย์ [2] ทำการศึกษารูปแบบการไหลและลักษณะการสันดาปของห้องเผาไหม้แบบไซโคลนที่ใช้เชื้อเพลิงเป็นเชื้อเพลิง โดยใช้ห้องเผาไหม้จำลองผลิตจากวัสดุแอลคาไรด์ ที่อัตราส่วนสมมูลอยู่ระหว่าง 1.5-2.0 จากการทดลอง จะเกิดการเผาไหม้ตั้งแต่ส่วนล่างจนถึงปากทางออกแก๊สไอเสีย ลักษณะของเปลวไฟมีความแปรปรวนต่ำ มีอุณหภูมิเปลวไฟอยู่ในช่วง 900-1,000 °C, งานวิจัยของ สุพจน์ นานาโชค [3] ทำการศึกษาการเผาไหม้เชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้แบบไซโคลนชนิดอากาศเข้าหลายช่องทาง ซึ่งทำให้เชื้อเพลิงไหลเวียนอยู่ในห้องเผาไหม้ได้นานขึ้น จากการทดลองห้องเผาไหม้ลักษณะดังกล่าวจะให้อุณหภูมิสูงสุดประมาณ 1,200 °C, งานวิจัยของ Sen Nieh และ Tim T. Fu [4] ได้ทำการทดลองโดยการทดสอบการไหลในเตาแบบจำลอง Hot test model ของเตาแบบวอร์เทค โดยใช้ถ่านหินผงและงานวิจัยต่อเนื่องถึงการทดสอบเตาแบบวอร์เทค โดยใช้เชื้อเพลิง Dry Ultra Find Coal และ Coal Water Fuel จากการทดลองพบว่า สามารถใช้เชื้อเพลิงได้คุ้มค่า ยาวนาน มีประสิทธิภาพในการเผาไหม้สูง ประหยัดเชื้อเพลิงในการ start up และ ใช้กับเชื้อเพลิงแข็งได้หลายชนิด

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาความสูงของเบดในเตาเผาไซโคลน ซึ่งระบบการเผาไหม้ของเตาเผาแบบนี้จะให้ประสิทธิภาพในการเผาไหม้สูง และ

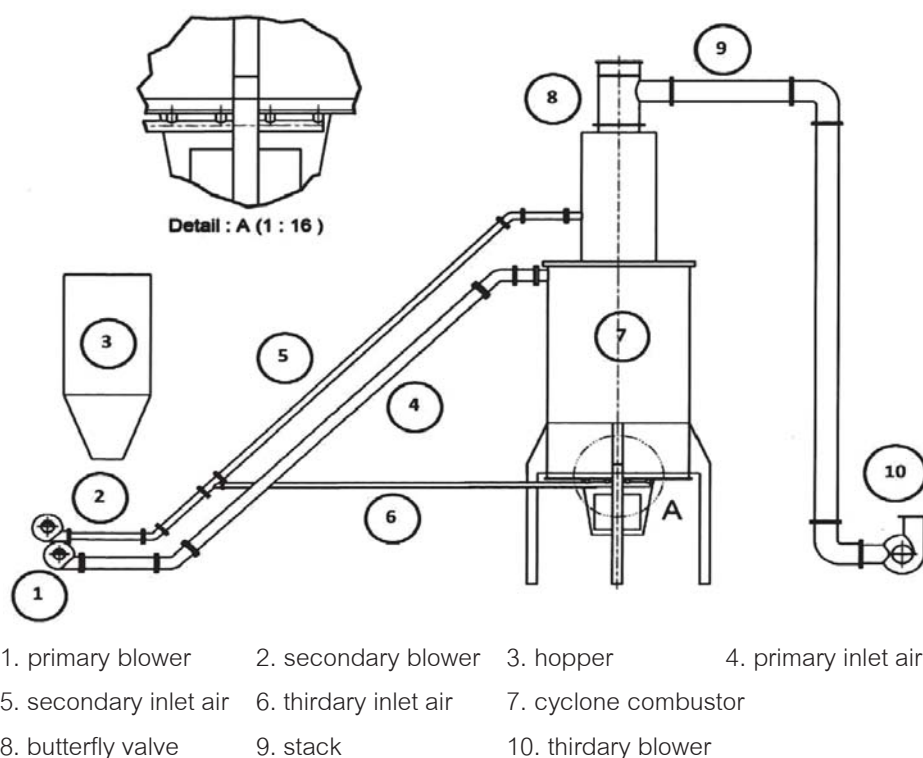
สามารถควบคุมมลพิษที่เป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมได้ จึงมีการวิจัยและพัฒนา เพื่อนำพลังงานความร้อนที่ได้มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไปในอนาคต

2. วิธีการการวิจัย

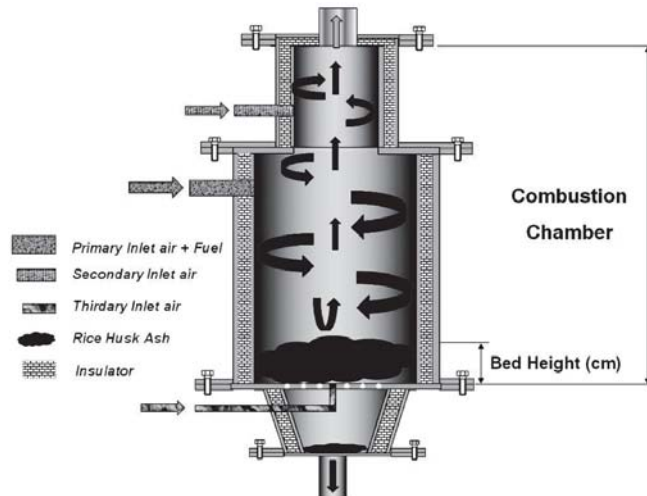
2.1 อุปกรณ์การทดลอง

การติดตั้งชุดอุปกรณ์การทดลอง เริ่มต้นจากการประกอบตัวถังไซโคลน (cyclone combustor) แต่ละส่วนเข้าด้วยกัน โดยอากาศที่ใช้ในการทดลอง

ประกอบด้วยอากาศ 3 ส่วน คือ อากาศส่วนปฐมภูมิ (primary air) เป็นอากาศที่เข้าทาง primary inlet air, อากาศส่วนทุติยภูมิ (secondary air) เป็นอากาศที่ฉีดเข้าทางท่อลม secondary inlet air และ อากาศส่วนตติยภูมิ (thirdary inlet air) โดยอากาศทั้ง 3 ส่วน จะได้จากแหล่งต้นกำลัง คือ blower จำนวน 2 ชุด ได้แก่ primary blower และ secondary blower และมี butterfly valve ทำหน้าที่ปรับอัตราการไหลของก๊าซไอเสียที่ท่อทิ้งไอเสีย (stack) โดยมี thirdary blower



รูปที่ 1 แสดงชุดอุปกรณ์การทดลองเตาเผาแกลบแบบไซโคลน



รูปที่ 2 ลักษณะการเผาไหม้ระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ และ Bed Height ภายในห้องเผาไหม้ไคโคลน

ตารางที่ 1 ข้อมูลองค์ประกอบของเชื้อเพลิงแกลบ [5]

Composition of rice husk	Percent (%)
Carbon	38.0
Hydrogen	5.70
Oxygen	41.6
Nitrogen	0.69
Sulfur	0.06
Volatile matter	55.6
Fixed carbon	20.1
Moisture	10.3
Ash	14.0

ค่า Equivalence ratio เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณอากาศต่อเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้จริงต่อทางทฤษฎี โดยจะหาค่า Equivalence ratio ได้จากสมการต่อไปนี้ [6]

$$\Phi = \frac{(m_f / m_a)_{act}}{(m_f / m_a)_{sto}} \quad (1)$$

เมื่อ m_a คือ อัตราการไหลของอากาศ (kg/min)

m_f คือ อัตราการไหลของเชื้อเพลิง (kg/min)

โดยสัดส่วนผสมจะเรียกว่า

ส่วนผสมหนา Fuel-rich mixture เมื่อ $\Phi > 1$

ส่วนผสมพอดีทางเคมี Stoichiometric เมื่อ $= 1$

ส่วนผสมบาง Fuel-lean mixture เมื่อ < 1

ในการศึกษาสมรรถนะของไคโคลน ได้ทำการทดลองหาจากประสิทธิภาพทางความร้อนของไคโคลน ซึ่งสามารถหาได้จากสมการดังนี้ [5]

$$\eta_{th} = \left[\frac{m_a \cdot c_p \cdot \Delta T}{m_f \cdot LHV} \right] \times 100\% \quad (2)$$

โดย η_{th} = ประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาเผา

m_a = มวลของอากาศ (kg)

m_f = มวลของเชื้อเพลิงแกลบ (kg)

C_p = The constant pressure specific heat of air (1.007 kJ/kg.K)[6]

ΔT = ผลต่างของอุณหภูมิทางเข้าและทางออกห้องเผาไหม้ (K)

LHV = Lower Heating Value of Rice Husk
(13,517 kJ/kg) [5]

2.2 วิธีการทดลอง

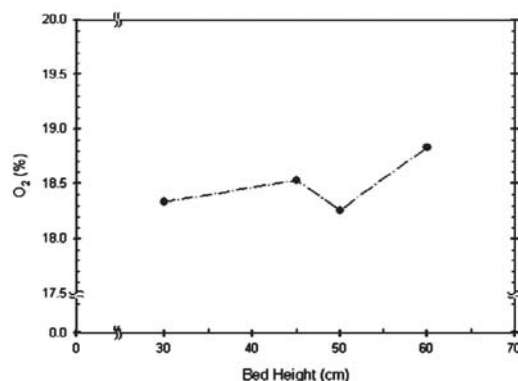
- (1) ติดตั้งเตาเผาไหม้แบบไซโคลน (ดังรูปที่ 1)
- (2) ทำการอุ่นเตาเผา ด้วย LPG จนอุณหภูมิประมาณ 450-600 °C
- (3) บ้อนเชื้อเพลิงแกลบที่ผสมกับอากาศ โดยปรับอากาศที่ Blower 1 เพื่อให้เกิดการเผาไหม้เริ่มต้นก่อน จนอุณหภูมิเริ่มคงที่ประมาณ 700 °C และหยุดการให้ LPG
- (4) ปรับอัตราการไหลของอากาศให้ค่า $\Phi = 0.8$
- (5) ปรับอัตราการบ้อนเชื้อเพลิงแกลบคงที่เท่ากับ 0.04 kg/s และปรับอากาศที่ Blower 2 ให้จ่ายอากาศมายังอากาศส่วนที่ 2 และอากาศส่วนที่ 3 เท่ากับ 80% และ 20% ของอากาศทั้งหมด ตามลำดับ
- (6) เมื่อความสูงของเบดภายในมีระดับความสูงที่ 30 cm ทำการวัดก๊าซไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ทุก 10 นาที จนถึง 120 นาที บันทึกผลการทดลอง
- (7) ทำการทดลองซ้ำข้อ 5 เพิ่มระดับความสูงเบด จากเดิม 30 cm เป็น 45, 50 และ 60 cm ตามลำดับ บันทึกผลการทดลอง

3. ผลการวิจัยและอภิปราย

จากการทดลอง ได้ทำการศึกษาความสูงของเบดที่มีผลต่อการเกิดก๊าซจากการเผาไหม้ ได้แก่ O_2 , CO , SO_x และ NO_x ดังนี้

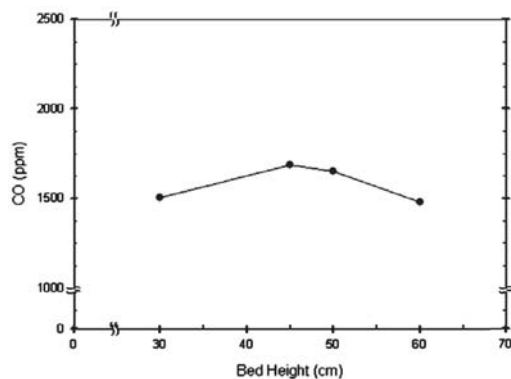
จากรูปที่ 3 พบว่าจากผลทดลอง ที่ระดับความสูงเบด 30-50 cm จะมีจำนวนของ O_2 ที่วัดได้อยู่ในช่วง 18.3-18.5% ซึ่งปริมาณของ O_2 ที่วัดได้นั้นเกิดจากการให้อากาศส่วนเกินในขณะที่เกิดการเผาไหม้แก่เตาเผาไซโคลน จึงทำให้มี O_2 เหลือหลังจาก

การเผาไหม้ และที่ระดับความสูงเบด 30-50 cm นี้เบดจะมีปริมาณการทับถมของเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์บางส่วนเหลืออยู่ ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับอากาศส่วนเกินที่ฉีดเข้าไปใหม่ ทำให้เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศได้อย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 3 ก๊าซออกซิเจน (O_2) ที่ตำแหน่ง Bed Height เท่ากับ 30, 45, 50 และ 60 cm

ส่วนผลการทดลองที่ระดับความสูงเบด 60 cm นั้นเกิดการทับถมของเชื้อเพลิงที่เบดมากเกินไป ทำให้อากาศส่วนเกินที่ฉีดเข้าไปใหม่ ทำปฏิกิริยาการเผาไหม้กับเชื้อเพลิงไม่ต่อเนื่องมากนัก เพราะตามหลักทฤษฎีของการเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็ง จะเริ่มที่ผิวชั้นนอกของอนุภาคก่อนแล้วจึงลามเข้าไปที่แกนกลาง โดยเชื้อเพลิงที่มีขนาดของอนุภาคใหญ่ (เปรียบได้กับเบดที่มีระดับสูงเกินไป) จะทำให้การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเกิดขึ้นได้อย่างช้า ๆ เฉพาะที่บริเวณผิวน้ำของเบดเท่านั้น ซึ่งปริมาณ O_2 ในอากาศส่วนเกินที่ฉีดเข้าไปในเตาเผา จึงไม่สามารถทำปฏิกิริยาการเผาไหม้ได้ทันทีกับเชื้อเพลิง จึงเหลือปริมาณ O_2 มากกว่าที่ระดับความสูงอื่น ดังนั้นการวัด O_2 ที่ระดับความสูงเบดที่ 60 cm นี้จึงสามารถวัดปริมาณ O_2 ได้มากกว่าระดับความสูงเบดที่ตำแหน่ง 30-50 cm

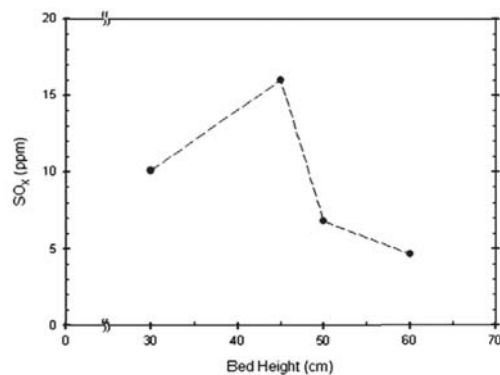


รูปที่ 4 ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่ตำแหน่ง Bed Height เท่ากับ 30, 45, 50 และ 60 cm

จากรูปที่ 4 พบว่าที่ระดับความสูงของเบดในช่วง 30-60 cm ค่า CO ที่วัดได้อยู่ในเกณฑ์สูงอยู่ในช่วง 1,450-1,700 ppm เนื่องจากการเผาไหม้ระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ เกิดขึ้นอย่างไม่ทั่วถึง โดยขั้นตอนการเผาไหม้เริ่มเมื่อเชื้อเพลิงกลับถูกป้อนเข้าเตาเผา ด้านบน ในลักษณะสัมผัสเส้นรอบวง ซึ่งในขณะเกิดการเผาไหม้นั้น เชื้อเพลิงกลับจะตกลงมาบนฐานของห้องเผาไหม้ตามแรงโน้มถ่วงของโลกและเกิดการทับถม ของเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์จนเกิดเป็นชั้นความหนาของเบด ซึ่งบริเวณผิวหน้าของเบดที่มีอากาศสัมผัสเท่านั้นที่มีการเผาไหม้ ทำให้เชื้อเพลิงส่วนใหญ่ยังคงไม่ถูกเผาไหม้ โดยที่ระดับความสูงเบดที่ 45 cm สามารถวัดปริมาณ CO ได้สูงสุดประมาณ 1700 ppm ซึ่งแสดงได้ว่าที่ระดับดังกล่าว เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ระหว่างเชื้อเพลิงกลับและอากาศมากที่สุด จึงทำให้เกิดก๊าซ CO สูงที่สุด แต่แตกต่างกับที่ระดับความสูงเบด 60 cm เพราะที่ระดับความสูงนี้ต้องมีปริมาณของเชื้อเพลิงมากที่สุดซึ่งตามหลักความเป็นจริงแล้ว ถ้ามี Carbon ในปริมาณมากเมื่อเกิดปฏิกิริยารวมกับอากาศส่วนเกินภายในห้องเผาไหม้ ก็ควรต้องมี CO มากเช่นกัน แต่จากการทดลองนี้ที่ระดับความสูง 60 cm เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ต่ำ ฉะนั้นจึงเป็นสาเหตุให้เกิดการรวมตัวของ

Carbon กับอากาศในปริมาณที่น้อย โดยค่า CO ที่วัดได้จึงมีค่าต่ำกว่าการทดลองที่ระดับความสูงเบด 30-50 cm

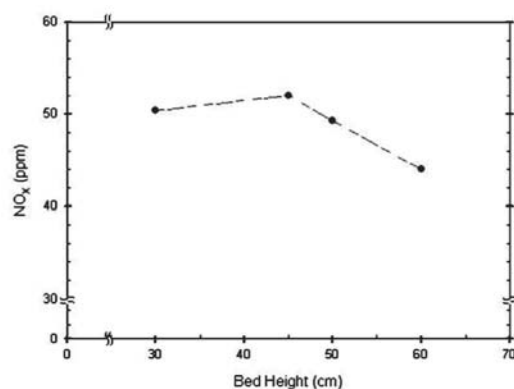
โดยจากการทดลองค่า CO ที่วัดได้อยู่ในปริมาณที่สูง เนื่องมาจากอีกเหตุผลที่ว่า การเผาไหม้ที่สมบูรณ์นั้นต้องเกิดการคลุกเคล้าระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศอย่างเหมาะสม แต่ในกรณีของการทดลองนี้ เชื้อเพลิงกลับไม่ได้เกิดการคลุกเคล้ากับอากาศอย่างทั่วถึง เหมือนกับกรณีการไหลปั่นป่วนของเตาเผาแบบวอร์เทคและเตาเผาฟลูอิดไดซ์เบด ที่เกิดการคลุกเคล้าระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศทั่วทั้งห้องเผาไหม้ ซึ่งค่า CO ที่วัดได้ของเตาเผาทั้งสองอยู่ในช่วงระหว่าง 250-400 ppm เท่านั้น



รูปที่ 5 ก๊าซซัลเฟอร์ออกไซด์ (SO_x) ที่ตำแหน่ง Bed Height เท่ากับ 30, 45, 50 และ 60 cm

จากรูปที่ 5 ปริมาณ SO_x ที่วัดได้มีปริมาณค่อนข้างต่ำอยู่ในช่วง 4.5-16 ppm เนื่องมาจากว่าก๊าซ SO_x มี Sulfur เป็นองค์ประกอบหลัก โดยมักจะพบได้ในเชื้อเพลิง ประเภท น้ำมันดิบ ถ่านหิน และอยู่ในสารประกอบของโลหะต่าง ๆ ได้แก่ อลูมิเนียม ทองแดง สังกะสี ตะกั่ว และ เหล็ก เป็นต้น แต่ในการทดลองนี้ใช้กลับเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ซึ่งมีองค์ประกอบของ Sulfur ในปริมาณต่ำ จึงทำให้ในขณะเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้กับอากาศนั้น เกิดปริมาณของ

SO_x ไม่สูงมากนัก โดยที่ระดับความสูงเบดที่ 45 cm สามารถวัดปริมาณ SO_x ได้สูงสุดประมาณ 16 ppm ซึ่งแสดงให้เห็นว่าที่ระดับดังกล่าว การเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ระหว่างเชื้อเพลิงแกลบและอากาศเกิดมากที่สุด จึงทำให้เกิดการรวมตัวของ Sulfur ในเชื้อเพลิงแกลบกับอากาศเกิดเป็น SO_x สูงที่สุด แต่แตกต่างกับที่ระดับความสูงเบด 60 cm เพราะที่ระดับความสูงนี้ต้องมีปริมาณของเชื้อเพลิงมากที่สุด ซึ่งตามหลักความเป็นจริงแล้ว ถ้ามี Sulfur ในปริมาณมาก เมื่อเกิดปฏิกิริยารวมกับอากาศส่วนเกินภายในห้องเผาไหม้ ก็ควรต้องมี SO_x มากเช่นกัน แต่ในจากการทดลองนี้ ที่ระดับความสูง 60 cm เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ต่ำ ฉะนั้นจึงเป็นสาเหตุให้เกิดการรวมตัวของ Sulfur กับอากาศในปริมาณที่น้อย โดยสามารถวัดปริมาณ SO_x ได้ประมาณ 4.5 ppm



รูปที่ 6 ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ที่ตำแหน่ง Bed Height เท่ากับ 30, 45, 50 และ 60 cm

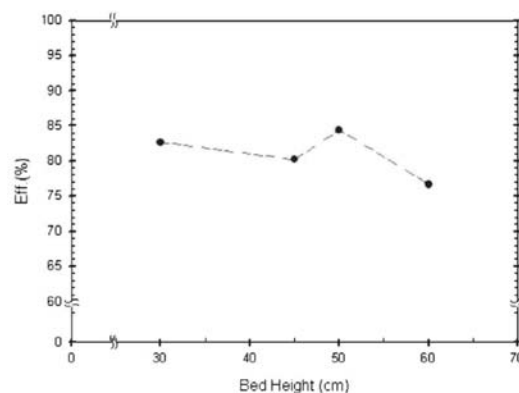
จากรูปที่ 6 การทดลองการเผาไหม้ที่ความสูงเบด 30, 45, 50 และ 60 cm สามารถวัดค่า NO_x อยู่ในช่วง 44-52 ppm ซึ่งจัดว่าอยู่ในปริมาณไม่มากนัก เนื่องจาก NO_x จะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยปัจจัยของอุณหภูมิที่สูง ในขณะที่เกิดการเผาไหม้ โดยจากผลการทดลอง รูปที่ 5 และ รูปที่ 6 จะมีแนวโน้มของก๊าซไอเสียที่วัดได้คล้ายคลึงกัน โดยที่ระดับความสูงเบด

45 cm สามารถวัดปริมาณ NO_x ได้สูงที่สุด เท่ากับ 52 ppm ซึ่งค่า NO_x นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยขององค์ประกอบต่างๆ ของก๊าซไอเสีย เช่น ไฮโดรคาร์บอน โอโซน และ สารประกอบของซัลเฟอร์ (sulfur) โดยจากรูปที่ 5 สามารถวัดค่า SO_x ได้สูงที่สุดที่ตำแหน่งความสูงเบดเท่ากับ 45 cm ฉะนั้นจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ระดับความสูงเบด ที่ 45 cm จึงสามารถวัดค่า NO_x ได้สูงที่สุดเช่นเดียวกัน

4. สรุป

1. จากการทดลอง การเพิ่มระดับความสูงเบดของเตาเผาไฮโคลน พบว่ามีผลต่อปริมาณก๊าซไอเสียที่วัดได้ ซึ่งระดับความสูงเบดที่เหมาะสมต่อการเผาไหม้ โดยให้ปริมาณก๊าซไอเสียที่ยอมรับได้ และให้ประสิทธิภาพทางความร้อนที่วัดได้สูงสุด (ดังรูปที่ 7) คือ ที่ระดับ 50 cm หรือ ประมาณ 0.2 เท่าของความสูงเตาเผา

2. การเผาไหม้ ที่ทำให้เกิดก๊าซไอเสียในปริมาณต่ำนั้น (โดยเฉพาะองค์ประกอบของ CO และ O_2) เชื้อเพลิงควรจะเกิดการคลุกเคล้ากับอากาศอย่างเหมาะสม ตลอดช่วงเวลากการเผาไหม้ ซึ่งถ้าเชื้อเพลิงไม่เกิดปฏิกิริยาดังกล่าวแล้ว ค่า CO ที่วัดได้จะมีปริมาณที่สูงมาก



รูปที่ 7 ประสิทธิภาพทางความร้อนที่ตำแหน่ง Bed

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยสยาม ที่ให้ทุน
อุดหนุนงานวิจัยนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Promvong P. A Low Emission Annular Vortex Combustor Firing Rice Husk Fuel: Part II – Experiment Investigation. The First Regional Conference on Energy Technology towards a Clean Environment; 2000 Dec 1-2; The Empress Hotel, Chang Mai, Thailand.
- [2] Jittrepi P. The Burning Characteristics of a Sawdust-fired Cyclone Combustor [M.Eng thesis]. Bangkok: King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok; 1993. (In Thai).
- [3] Nanumchok S. The Burning of Sawdust in a Multi-Air Inlet Cyclone Combustor [M.Eng thesis]. Bangkok: King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok; 1993. (In Thai).
- [4] Nieh S, Fu T.T. Development of a Non-Slagging Vortex Combustor (VC) for Space/ Water Heating Applications. Proceedings of the 5th International Coal Conference: Pittsburgh; 1988. p. 761-768.
- [5] Lelaphatikul W. Parameter Analysis on Rice Husk Fired in a Fluidized Bed Combustor. Proceeding of the 4th Conference on Energy Network of Thailand (E-NETT); 2008 May 14-16; Rose Garden Riverside Hotel, Nakhon Pathom, Thailand; 2008. p. 152-158.
- [6] Turns S.R. An Introduction to Combustion: Concepts and Applications. 2nd International Editions. Singapore; 2000.