

การวิจัยการเผาไหม้ในเตาเผามูลฝอยห้องเผาไหม้เดี่ยวและสองห้องเผาไหม้

A RESEARCH OF BURNING IN A SINGLE- AND TWO-CHAMBER INCINERATOR

สมศรี จรุงเรือง

Somsri Chongrungreong

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering,
Chulalongkorn University*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการเผาไหม้ในเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว และเตาเผาชนิดสองห้อง โดยทำการทดสอบเผามูลฝอยใบไม้ และกระดาษที่อัตราการป้อน 25 kg/h สำหรับปริมาณอากาศส่วนเกินจาก 0% ถึง 80% โดยใช้แรงงานคนในการป้อนทุกๆ 10 นาที ผลการวิจัยสรุปได้ว่า เตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องให้ปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และอนุภาคน้อยกว่า เตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว แต่ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นมีค่าต่ำกว่าเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว

ABSTRACT

This research aims at study of burning in a single-and two-chamber incinerator. The waste consists of leaves and paper. The feeding rate is 25 kg/h with 0% to 80% excess air. Batch feeding is at every ten minutes. The results of the research conclude that the carbon monoxide and particles generated from the two-chamber incinerator are less than that from the single-chamber incinerator, but heat generated is lower than that from the single-chamber incinerator.

บทนำ

ปัจจุบันเตาเผาที่มีอยู่ทั่วไปมีด้วยกันหลายชนิด เช่น เตาเผาชนิดเปิด เตาเผาชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว เตาเผาชนิดสองห้องเผาไหม้ เป็นต้น ซึ่งในการตัดสินใจเลือกใช้เตาชนิดใด ๆ นั้น จำเป็นต้องคำนึงถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากการใช้เตาชนิดนั้น ๆ โดยการพิจารณาผลที่ได้จากการเผาไหม้ เช่น ผลของไอเสีย ไม่ควรก่อให้เกิดปัญหามลภาวะทางอากาศ หรือปริมาณความร้อนที่เป็นผลพลอยได้ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์

ในการวิจัยครั้งนี้ขอเสนอผลที่เกิดจากการเผาไหม้โดยใช้เตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว และชนิดสองห้องเผาไหม้ ที่สร้างขึ้นมาเอง ดังแสดงรายละเอียดของเตาเผาทั้งสองชนิดโดยสังเขป

ส่วนประกอบที่สำคัญของเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยวและสองห้องเผาไหม้

1. ส่วนประกอบที่สำคัญของเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว (รูปที่ 1)

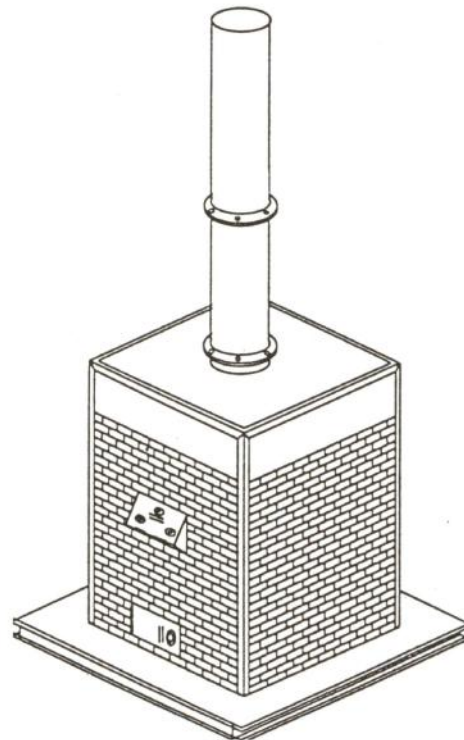
ห้องเผาไหม้ (Combustion Chamber) มีขนาดภายใน กว้าง 0.8 m ยาว 0.8 m สูง 2.11 m จากพื้นเตาเผามูลฝอย ผนังห้องเผาไหม้สร้างเป็นผนังหลายชั้นคือ อิฐทนไฟ อากาศ และอิฐมอญ ตามลำดับ ผนังด้านบนของเตาเผามูลฝอยสร้างเป็นผนังหลายชั้นคือ คอนกรีต อากาศ และคอนกรีต และปิดด้วยแผ่นเหล็กหนา 6 mm พื้นของเตาเผาสร้างด้วยอิฐทนไฟ และเหล็กแผ่นหนา 6 mm วางบนคานเหล็กรูปตัว U ดังแสดงในรูปที่ 2

ประตูป้อนมูลฝอย (Charging Door) สร้างจากเหล็กแผ่นหนา 4.5 mm มีขนาดกว้าง 0.3 m ยาว 0.4 m โดยจะเป็นช่องเข้าไปในห้องเผาไหม้

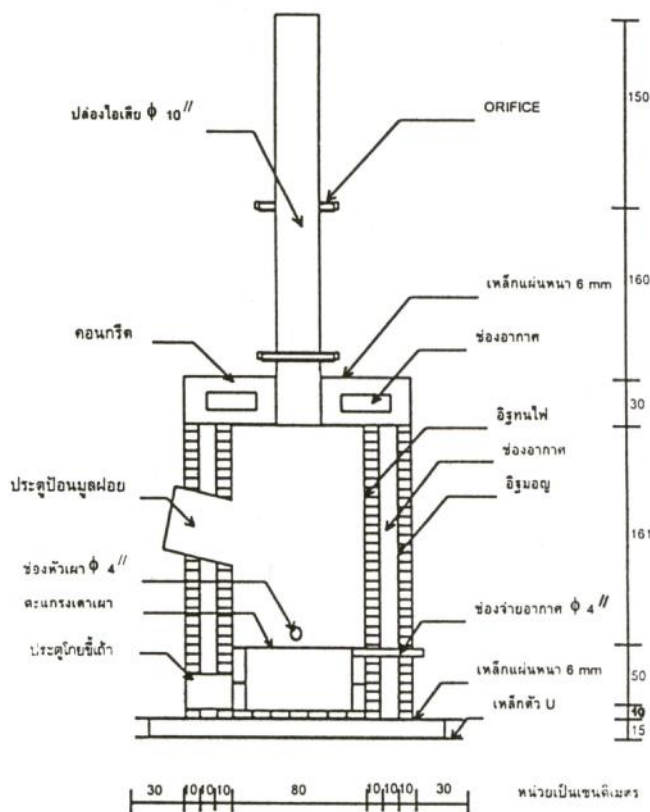
ประตูโกยเชื้อเพลิง (Clean-Out Door) สร้างจากเหล็กแผ่นหนา 4.5 mm มีขนาดกว้าง 0.25 m ยาว 0.4 m ใช้สำหรับนำเชื้อเพลิงออกจากห้องเผาไหม้ของเตาเผามูลฝอย

ตะแกรงเตาเผา (Grate) ออกแบบสร้างเป็นตะแกรง 2 ชั้น แต่ละชั้นมีขนาดกว้าง 39 cm ยาว 78 cm สร้างด้วยเหล็กเพลาดำมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 cm และติดตั้งสูงจากพื้นของเตาเผา 0.5 m

ปล่องไอเสีย (Stack) สร้างจากเหล็กแผ่นหนา 3 mm มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.254 m สูง 3.1 m วัดจากหลังคาเตาเผามูลฝอย และหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อนใยแก้วหนา 5 cm ตลอดทั้งความยาวปล่อง



รูปที่ 1 เตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว



รูปที่ 2 ภาพตัดขวางของเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว

2. ส่วนประกอบที่สำคัญของเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้ (รูปที่ 3)

ห้องเผาไหม้ที่หนึ่ง (First Combustion Chamber) มีขนาดภายใน กว้าง 0.8 m ยาว 0.8 m สูง 2.11 m จากพื้นเตาเผามูลฝอย ผนังห้องเผาไหม้ที่หนึ่งสร้างเป็นผนังหลายชั้น คือ อิฐทนไฟ อากาศ และอิฐมอย ตามลำดับ

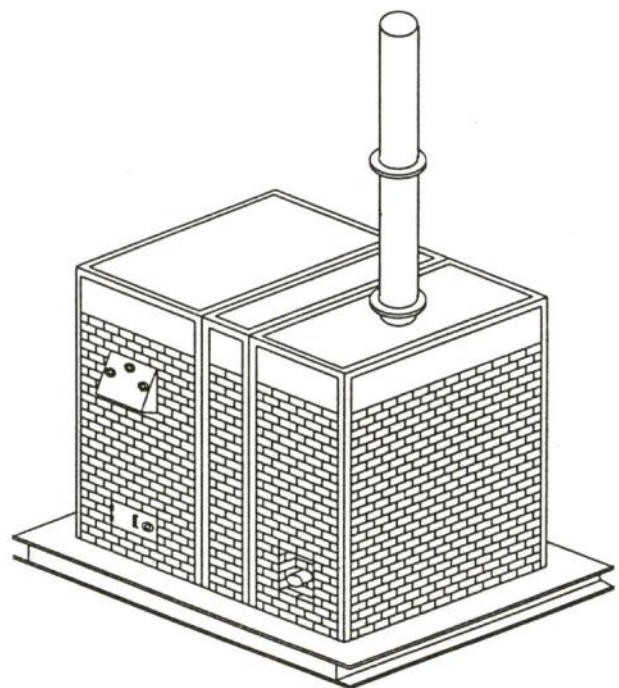
ผนังด้านบนของเตาเผามูลฝอยสร้างเป็นผนังหลายชั้น คือ คอนกรีต อากาศ และคอนกรีต และปิดด้วยแผ่นเหล็ก หนา 6 mm พื้นของเตาเผาสร้างด้วยอิฐทนไฟและเหล็กแผ่นหนา 6 mm วางบนคานเหล็กรูปตัว U ดังแสดงในรูปที่ 4

Flame Port คือ ช่องที่เจาะจากผนังห้องเผาไหม้ที่หนึ่ง เพื่อให้แก๊สร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ไหลผ่านไปยังห้องผสมควัน โดยเจาะเป็นช่องด้านบนของผนังด้านข้างของห้องเผาไหม้ที่หนึ่ง ให้มีขนาด

ความกว้าง 0.3 m สูง 0.2 m ดังแสดงในรูปที่ 4

ห้องผสมควันหรือห้องตกอนุภาค (Mixing Chamber or Settling Chamber) มีขนาดกว้าง 0.17 m ยาว 0.80 m สูง 2.11 m จากพื้นเตาอยู่ระหว่างห้องเผาไหม้ที่หนึ่งและห้องเผาไหม้ที่สอง ดังแสดงในรูปที่ 4

Curtain Wall คือผนังกั้นระหว่างห้องผสมควัน กับห้องเผาไหม้ที่สอง มีความกว้าง 0.8 m ยาว 2.11 m โดยด้านล่างของผนังเจาะเป็นช่อง (Port) สำหรับให้แก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ไหลผ่าน มีขนาดของช่อง (Port) กว้าง 0.3 m สูง 0.4 m สร้างจากอิฐทนไฟ หนาประมาณ 0.1 m ดังแสดงในรูปที่ 4



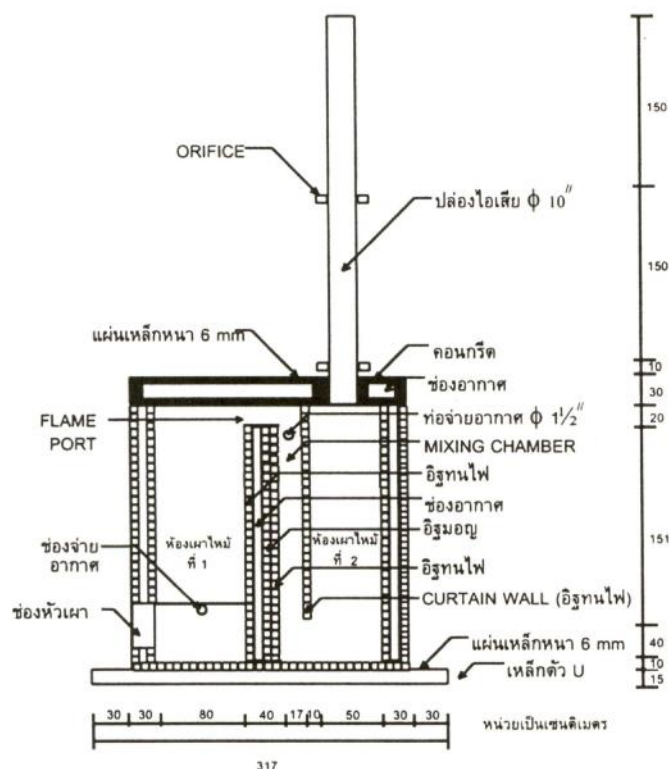
รูปที่ 3 เตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้

ห้องเผาไหม้ที่สอง (Secondary Chamber) มีขนาดภายในกว้าง 0.50 m ยาว 0.80 m สูง 2.11 m จากพื้นเตา ผนังด้านข้าง ผนังด้านบน และพื้นด้านล่างทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกับห้องเผาไหม้ที่หนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ 4

ประตูโยกขึ้นได้ (Clean-Out Door) สร้างจากเหล็กแผ่นหนา 4.5 mm มีขนาดกว้าง 0.25 m ยาว 0.4 m ใช้สำหรับนำชิ้นออกจากห้องเผาไหม้ที่หนึ่งและห้องเผาไหม้ที่สองของเตาเผามูลฝอย

ตะแกรงเตาเผา (Grate) ออกแบบสร้างเป็น
ตะแกรง 2 ชั้น แต่ละชั้นมีขนาดกว้าง 39 cm ยาว 78
cm สร้างด้วยเหล็กเพลาดำมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง
1 cm และติดตั้งสูงจากพื้นของเตาเผา 0.5 m

ปล่องไอเสีย (Stack) สร้างจากเหล็กแผ่นหนา 3 mm มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.254 m สูง 3.1 m วัดจากหลังคาเตาเผามูลฝอยและหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อนใยแก้วหนา 5 cm ตลอดทั้งความยาวปล่อง



รูปที่ 4 ภาพตัดขวางของเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

1.1 เครื่องเป่าอากาศขนาด 3 แรงม้า ความ

ต้นสกิด 100 mm H₂O สามารถจ่ายอากาศได้สูงสุด
25 m³/min

1.2 ท่อส่งอากาศเป็นท่อพีวีซีและท่ออะลูมิเนียมยึดหุ้มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.10 เมตร ยาว 3 เมตร และ 1 เมตร ตามลำดับ

2. ชุดหัวเผา Lumbokini เป็นอุปกรณ์ช่วยในการเผาไหม้ที่ใช้ น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง มีอัตราการบริโภคน้ำมันเท่ากับ 1.4-3 l/h ซึ่งให้พลังงานความร้อน 16.6-35.6 kW

3. อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของอากาศหรือแก๊ส
ไอเสียประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 ออร์ฟิซ และ
ส่วนที่ 2 มานอมิเตอร์ ใช้สำหรับอ่านค่าความดันที่อยู่
ในรูปความแตกต่างของระดับความสูงของน้ำ เพื่อนำไป
คำนวณหาอัตราการไหลของอากาศ และแก๊สไอเสีย

4. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ การวัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ ของเตาเผามูลฝอย ดังแสดงในรูปที่ 5, 6 และ 7 สำหรับเตาเผามูลฝอยห้องเผาไหม้เดียว และ 8, 9 และ 10 สำหรับเตาเผามูลฝอยสองห้องเผาไหม้ โดยจะใช้เทอร์โมคัปเปิล ซึ่งปลายด้านหนึ่งสัมผัสกับบริเวณที่ต้องการวัดอุณหภูมิ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งจะต่อเข้ากับเครื่องอ่านอุณหภูมิชนิดตัวเลข ทำให้สามารถเลือกอ่านค่าที่ตำแหน่งต่างๆ ได้

4.1 การวัดอุณหภูมิแก๊สร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ภายในห้องเผาไหม้ใช้เทอร์โมคัปเปิลรุ่น MT 107 ชนิด K สามารถทนความร้อนสูงสุดได้ 1200°C

4.2 การวัดอุณหภูมิแก๊สไอเสียที่ผ่านปล่อง
ไอเสีย ใช้เทอร์โมคัปเปิลรุ่น ST 70 ชนิด K ซึ่ง
สามารถทนความร้อนสูงสุดได้ 800 °C

4.3 การวัดอุณหภูมิของผนังด้านในของเตาเผา ผลลัพธ์หรือของปล่องไอเสีย ใช้เทอร์โมคัปเปิลรุ่น MT 101 ชนิด K สามารถทนความร้อนสูงสุดได้ 350°C

4.4 การวัดอุณหภูมิผนังด้านนอกของเตาเผา ผลลัพธ์และผนังด้านนอกของฉนวนหุ้มปล่องไอเสีย ใช้เทอร์โมคัปเปิลรุ่น MT 101 ชนิด K สามารถทนความร้อนสูงสุดได้ 350°C

5. อุปกรณ์วิเคราะห์ห้องประกอบของแก๊สไอเสีย (Gas Analysis) เครื่องวิเคราะห์ห้องประกอบแก๊สไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ห้อย TESTO สามารถแสดงองค์ประกอบของแก๊สไอเสีย เช่น O_2 , CO_2 เป็นเปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร และวัด CO เป็น ppm

6. เครื่องชั่งน้ำหนัก ใช้สำหรับชั่งน้ำหนักของผลลัพธ์ที่จะทำการป้อนและน้ำหนักของซีเมนต์ที่เกิดจากการเผาไหม้

7. นาฬิกาจับเวลาใช้สำหรับจับเวลาในการทดลอง

วิธีการทดลอง

1. ตรวจสอบอุปกรณ์และเครื่องมือให้พร้อมที่จะทำการทดลองจากนั้นปรับอัตราการไหลของอากาศให้ได้ปริมาณตามที่ต้องการ

2. ป้อนผลลัพธ์เข้าเตาแต่ละครั้งใช้เวลาห่างกัน 10 นาที ถ้าอัตราการป้อน 25 kg/h ป้อนครั้งละ 4.2 kg ต่อ 10 นาที และถ้าการป้อน 50 kg/h ก็จะเป็นครั้งละ 8.4 kg ต่อ 10 นาที

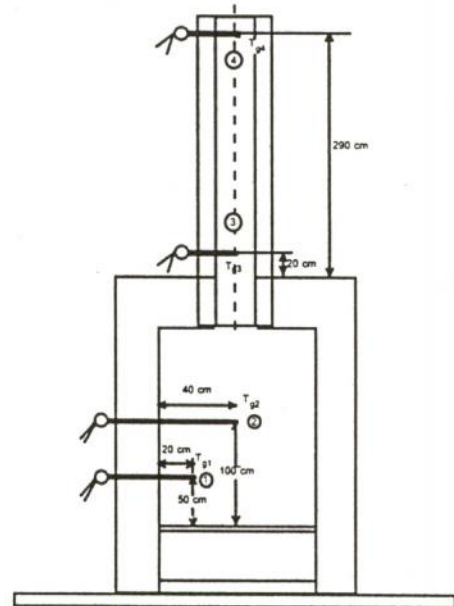
3. จุดหัวเผาเพื่อช่วยในการเผาไหม้ช่วงต้นหรือจะใช้กระดาษชุบน้ำมันจุดโดยตรง เมื่อการเผาไหม้ในเตาเกิดการลุกไหม้ดีแล้วจึงปิดหัวเผา

4. เริ่มจับเวลาและจดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ทุก ๆ 5 นาทีหลังจากการป้อนผลลัพธ์เข้าเตาแต่ละครั้ง

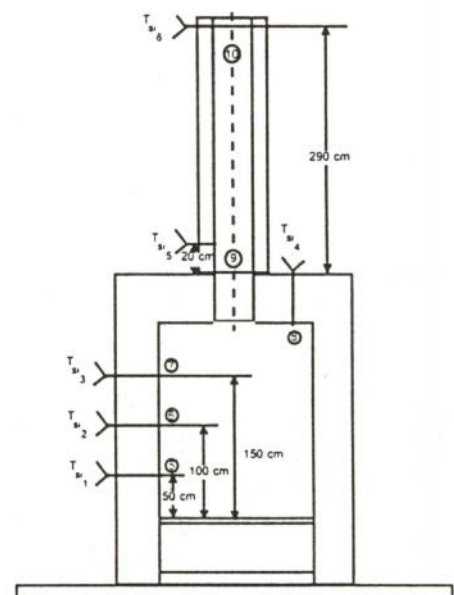
5. ทำการทดสอบโดยใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง จึงหยุดป้อน จากนั้นจดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ต่อทุก ๆ 10

นาที เป็นเวลา 30 นาที

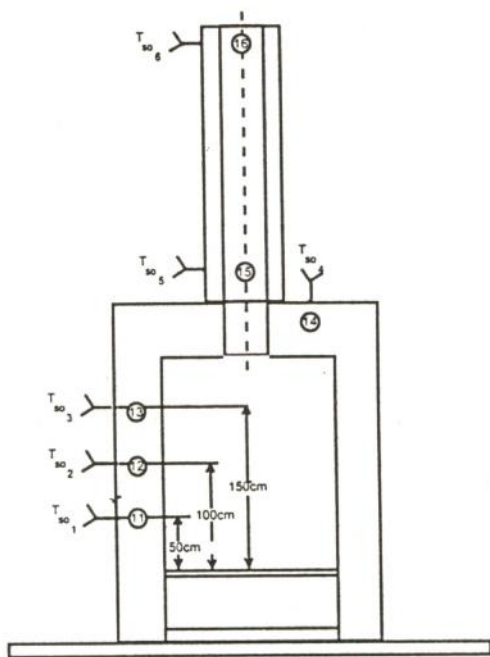
6. หยุดทำการทดลองโดยปิดพัดลมจ่ายอากาศ และทิ้งไว้จนกว่าเตาจะมีอุณหภูมิเท่ากับสิ่งแวดล้อมจึงทำความสะอาดเตาและชั่งน้ำหนักซีเมนต์ที่เกิดขึ้น



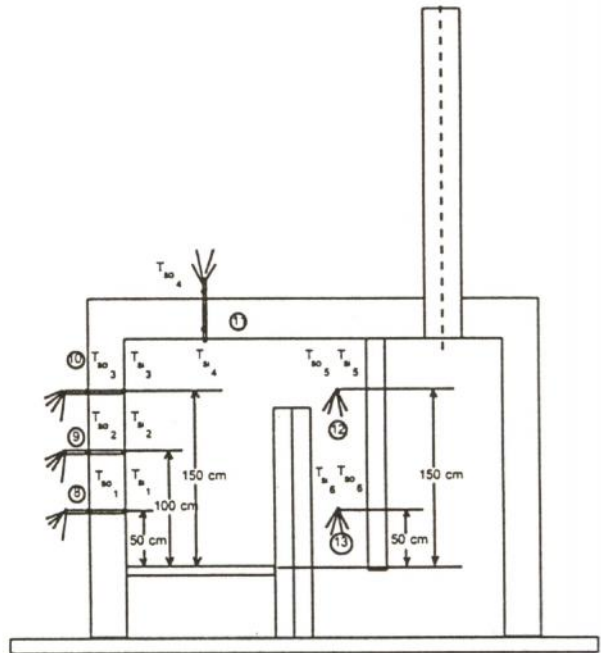
รูปที่ 5 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลวัดอุณหภูมิของแก๊สไอเสียภายในเตาเผาผลลัพธ์ห้องเผาไหม้เดี่ยว



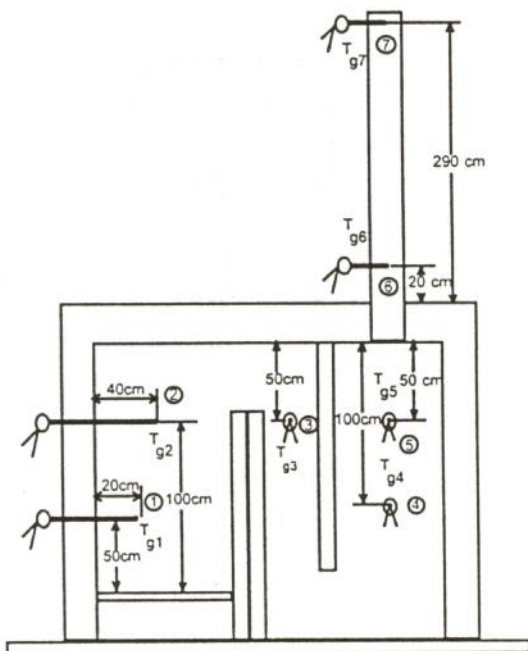
รูปที่ 6 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลวัดอุณหภูมิผนังด้านในของเตาและปล่องไอเสียของเตาเผาผลลัพธ์ห้องเผาไหม้เดี่ยว



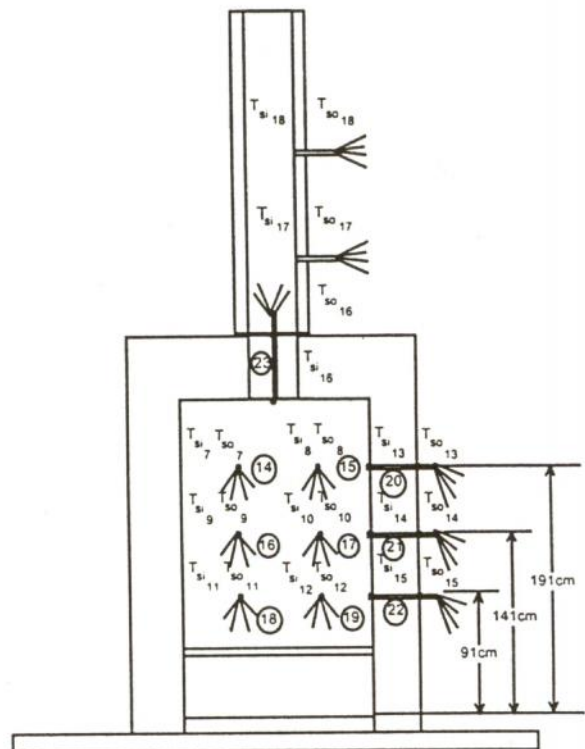
รูปที่ 7 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลวัดอุณหภูมิผิวด้านนอกของเตา และปล่องไอเสียของเตาเผามูลฝอยห้องเผาไหม้เดียว



รูปที่ 9 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลที่ผิวด้านในและนอกของห้องเผาไหม้ที่หนึ่ง ห้องผสมอากาศของเตาเผาสองห้องเผาไหม้



รูปที่ 8 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลวัดอุณหภูมิของแก๊สไอเสียภายในเตาเผามูลฝอยสองห้องเผาไหม้



รูปที่ 10 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลที่ผิวด้านในและนอกของห้องเผาไหม้ที่สอง ปล่องไอเสียของเตาเผาสองห้องเผาไหม้

ปริมาณความร้อนและประสิทธิภาพเชิงความร้อน

ปริมาณความร้อนจากการเผาไหม้ Q_{LHV} , kW ค่าความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เป็นค่าความร้อนต่ำของมูลฝอย เนื่องจากสถานะของน้ำที่เกิดจากการเผาไหม้มีสถานะเป็นไอ

$$Q_{LHV} = \dot{m} LHV \quad (1)$$

$\dot{m}$ = อัตราการป้อนมูลฝอย, kg/s

HHV = ค่าความร้อนสูงของมูลฝอย, MJ/kg_{ref} (ใบไม้ 19.94 MJ/kg_{ref}, กระดาษ 15.39, MJ/kg_{ref})

$$LHV = HHV - N(\bar{h}_{fg})_{H_2O} \quad (2)$$

LHV = ค่าความร้อนต่ำของการเผาไหม้, MJ/kg_{ref}

N = จำนวนโมเลกุลของน้ำในผลผลิต

$(\bar{h}_{fg})_{H_2O}$ = เอนทัลปีของการระเหยน้ำที่ 25 °C

$$HHV = 0.338C + 1.44 \left(H - \frac{O}{8} \right) + 0.094S \quad (3)$$

C = เปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนในมูลฝอย, %

H = เปอร์เซ็นต์ของไฮโดรเจนในมูลฝอย, %

O = เปอร์เซ็นต์ของออกซิเจนในมูลฝอย, %

S = เปอร์เซ็นต์ของซัลเฟอร์ในมูลฝอย, %

ปริมาณความร้อนของแก๊สไอเสีย $Q_{Flue Gas}$, kW

$$Q_{Flue Gas} = \dot{m}_g \bar{C}_{p_g} (T_g - T_a) \quad (4)$$

$\dot{m}_g$ = อัตราการไหลเชิงมวลของแก๊สไอเสีย, kg/s

$\bar{C}_{p_g}$ = ค่าความร้อนจำเพาะเฉลี่ยของแก๊สไอเสีย, kJ/kg K

T_g = อุณหภูมิของแก๊สไอเสีย, K

T_a = อุณหภูมิของอากาศภายนอกเตาเผา, K

ค่าความร้อนจำเพาะเฉลี่ยของแก๊สไอเสียสามารถคำนวณหาได้ ถ้าทราบอุณหภูมิของแก๊สไอเสีย และ ส่วนประกอบของแก๊สไอเสียจากสมการ

$$\bar{C}_{p_g} = \left(C_{p_{CO_2}} \frac{\%CO_2}{100} + C_{p_{O_2}} \frac{\%CO_2}{100} + C_{p_{CO}} \frac{\%CO_2}{100} + C_{p_{N_2}} \frac{\%N_2}{100} + C_{p_{H_2O}} \frac{\%N_2O}{100} \right) \quad (5)$$

C_{p_x} = ค่าความร้อนจำเพาะของแก๊ส x ที่อุณหภูมิของแก๊สไอเสีย, kJ/kg K

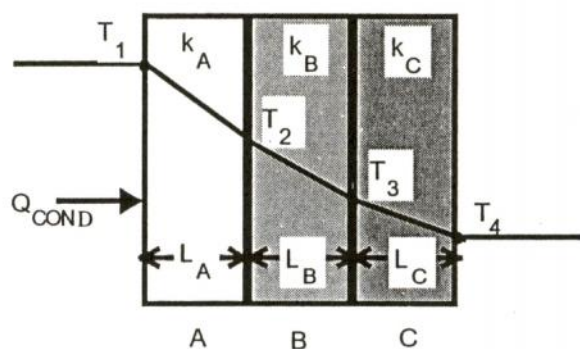
ปริมาณความร้อนที่สูญเสียไปกับการนำความร้อนผ่านผนังของเตาเผาและผนังของปล่องไอเสีย Q_{COND} , kW

ปริมาณความร้อนที่ผ่านผนังของเตาเผา การถ่ายเทความร้อนผ่านผนังเตาเผาที่เป็นผนังหลายชั้น (Composite Wall) ซึ่งวางเรียงตามรูปที่ 11 โดยมีสมการการถ่ายเทความร้อนคือ

$$Q_{COND} = \frac{T_1 - T_4}{R_A + R_B + R_C} \quad (6)$$

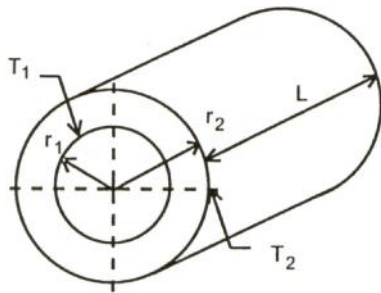
$$R = \frac{L}{Ak}$$

k = สัมประสิทธิ์การนำความร้อน, W/m K



รูปที่ 11 แสดงการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อนผ่านผนังหลายชั้น

ปริมาณความร้อนที่ผ่านผนังปล่องไอเสีย



รูปที่ 12 แสดงการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อนผ่านผนังของปล่องไอเสีย

$$Q_{COND} = \frac{T_1 - T_2}{R} \quad (7)$$

$$R = \frac{\ln(r_2/r_1)}{2\pi L \cdot k} \quad (8)$$

L = ความยาวของปล่องไอเสีย, m

k = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน, W/m K

r₁ = รัศมีภายในของปล่องไอเสีย, m

r₂ = รัศมีภายนอกของปล่องไอเสีย, m

T₁ = อุณหภูมิผิวภายในของปล่องไอเสีย, K

T₂ = อุณหภูมิผิวภายนอกของปล่องไอเสีย, K

ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาเผามูลฝอย η_{th} หมายถึง อัตราส่วนของพลังงานความร้อนที่ปล่อยออกจากปล่องไอเสียต่อพลังงานของความร้อนที่เกิดจากค่าความร้อนต่ำ (LHV) ของมูลฝอยและของเชื้อเพลิง ในกรณีที่ไม่ใช่เชื้อเพลิงช่วยในการเผาไหม้สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\eta_{th} = \frac{Q_{Flue Gas}}{Q_{LHV}} \times 100 \quad (9)$$

η_{th} = ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาเผา, %

$Q_{Flue Gas}$ = ปริมาณความร้อนของแก๊สไอเสียที่ปล่อยออกจากปล่องไอเสีย, kW

Q_{LHV} = ปริมาณความร้อนจากการเผามูลฝอย (ค่าความร้อนต่ำของเชื้อเพลิง), kW

ผลการทดลอง

ตารางที่ 1 และ 2 เป็นตัวอย่างแสดงการกระจายอุณหภูมิ ภายในห้องเผาไหม้ของเตาเผามูลฝอยห้องเดียว และสองห้องเผาไหม้ ของการทดสอบเผาไบ้แม่แห้งที่อัตราการป้อน 25 kg/h, 0%EA

รูปที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $Q_{Flue Gas}$, T_{glave} และ CO กับปริมาณอากาศส่วนเกินโดยทำการทดสอบเผามูลฝอยไบ้แม่แห้งที่อัตราการป้อน 25 kg/h เตาเผามูลฝอยห้องเผาไหม้เดี่ยวและสองห้องเผาไหม้

ตารางที่ 1 แสดงการกระจายอุณหภูมิ ภายในห้องเผาไหม้ของเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว

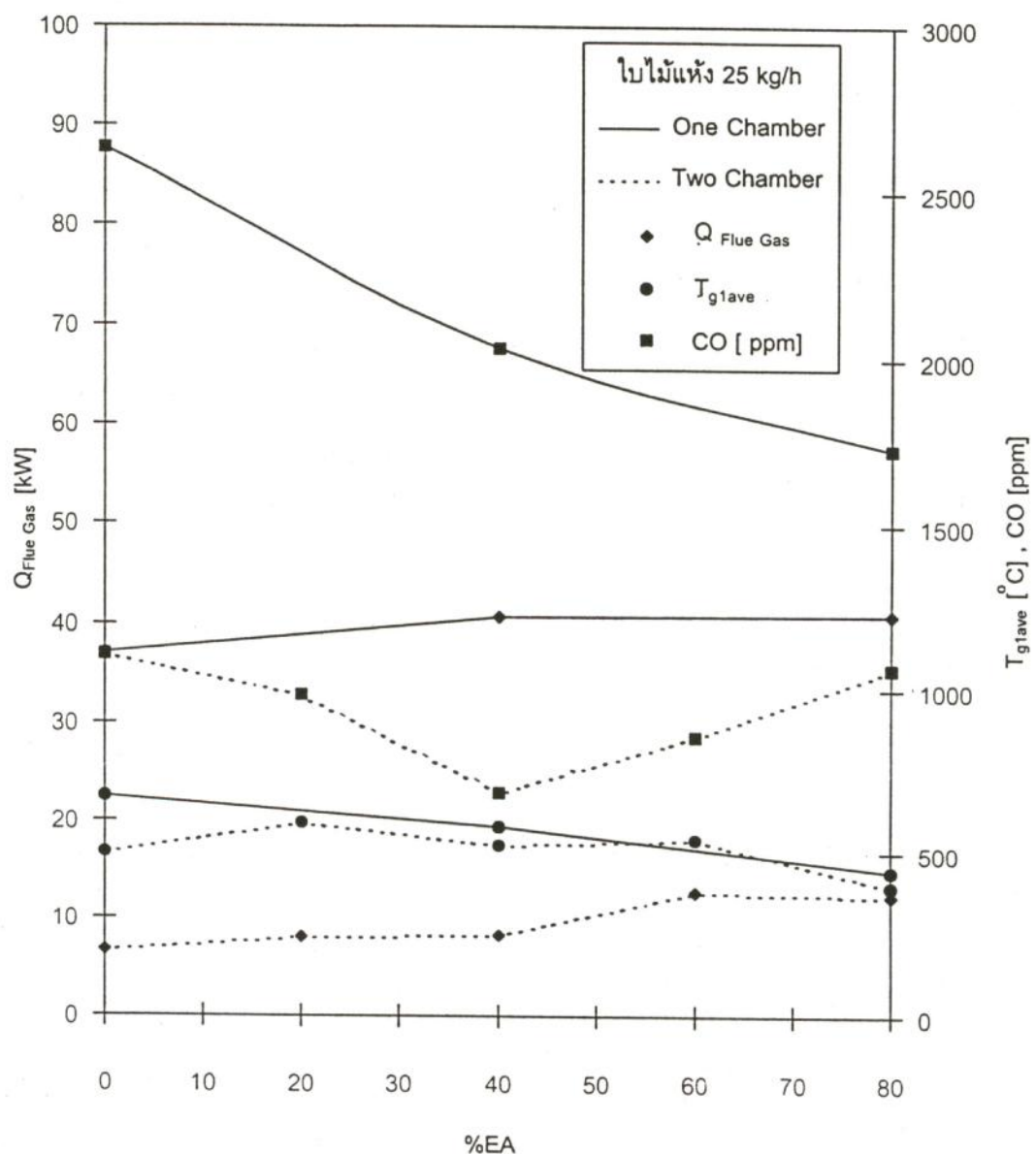
	เวลา (min)												← หยุดป้อน →		
ระยะที่สูงจากตะแกรง	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115	125	135	145
50 cm.	346	385	426	473	523	572	608	640	652	668	674	677	668	638	594
100 cm.	342	375	420	467	517	564	600	634	640	664	668	675	658	628	584
อุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้อง	344	380	423	470	520	568	604	637	646	666	671	676	663	633	589

ตารางที่ 2 แสดงการกระจายอุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้ของเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้

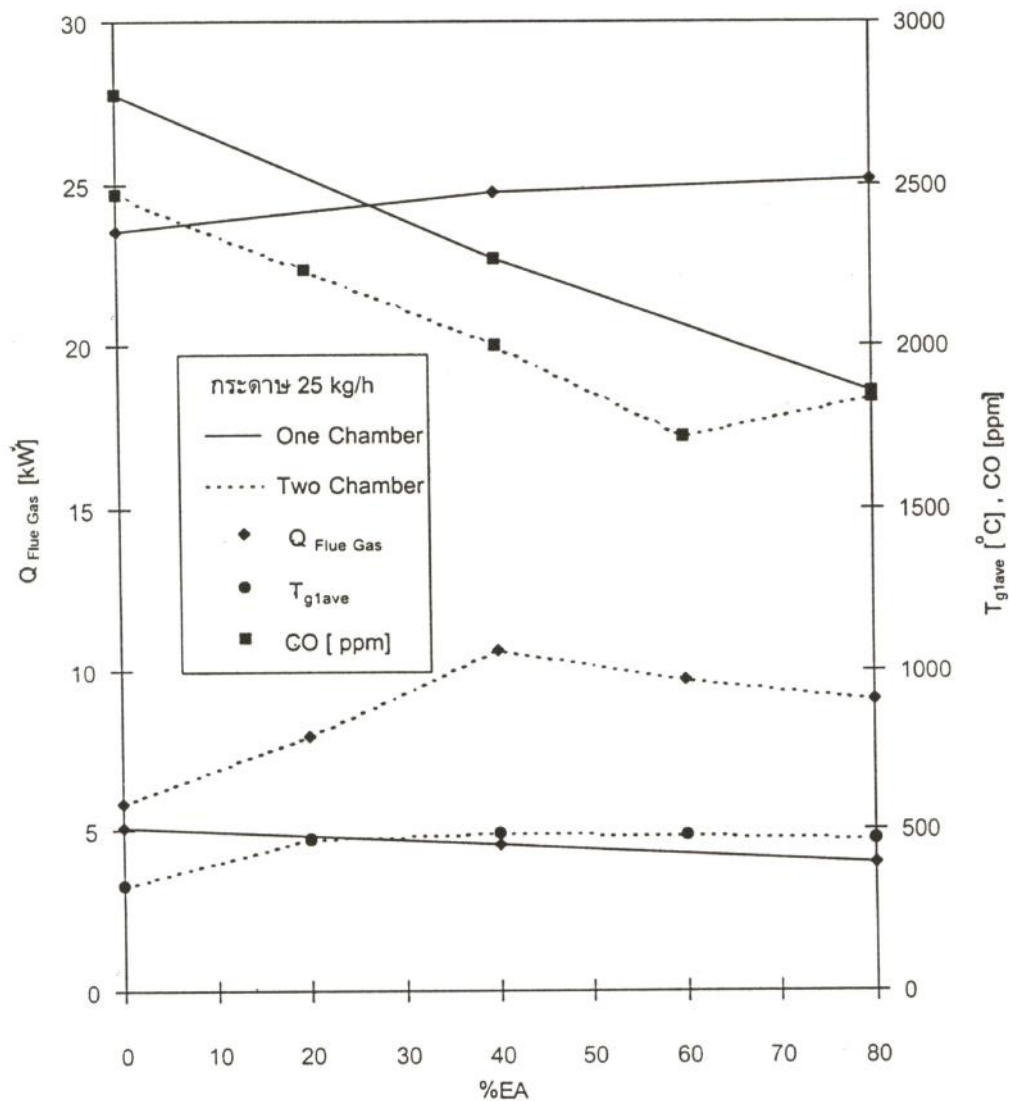
	เวลา (min)												หยุดป้อน		
ระยะที่สูงจากตะแกรง	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115	125	135	145
50 cm.	139	232	285	304	321	417	429	449	451	458	502	515	533	441	344
100 cm.	103	184	251	282	301	399	407	443	445	448	458	471	475	421	339
อุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้อง	121	208	268	293	311	408	418	446	448	453	480	493	504	431	341

หมายเหตุ ในห้องเผาไหม้มีการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลเพื่อวัดอุณหภูมิภายในเพียง 2 ตำแหน่ง โดยระยะจากตะแกรงถึงเพดานห้องเผาไหม้มีระยะ 161 cm

กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างเตาเผามูลฝอยห้องเผาไหม้เดียวกับสองห้องเผาไหม้



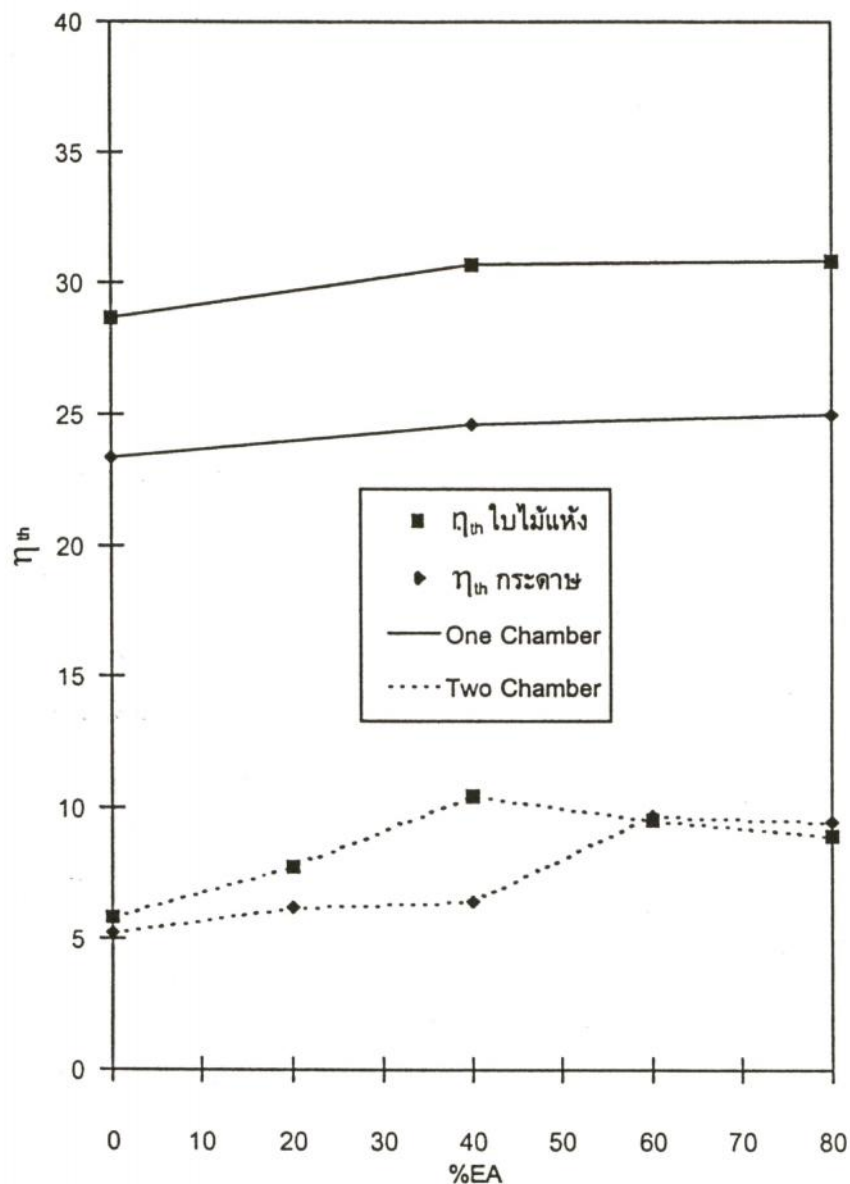
รูปที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $Q_{\text{Flue Gas}}$, T_{g1ave} และ CO กับ %EA โดยทำการทดสอบเผามูลฝอยใบไม้ที่ 25 kg/h เตาเผามูลฝอยห้องเผาไหม้เดียวและสองห้องเผาไหม้



รูปที่ 14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $Q_{\text{Flue Gas}}$, T_{glave} และ CO กับ %EA โดยทำการทดสอบเผามูลฝอยกระดาษที่ 25 kg/h เตาเผามูลฝอยห้องเผาไหม้เดี่ยวและสองห้องเผาไหม้

รูปที่ 14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $Q_{\text{Flue Gas}}$, T_{glave} และ CO กับปริมาณอากาศส่วนเกินโดยทำการทดสอบเผามูลฝอยกระดาษที่อัตราการป้อน 25 kg/h เตาเผามูลฝอยห้องเผาไหม้เดี่ยวและสองห้องเผาไหม้

รูปที่ 15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงความร้อน η_{th} กับปริมาณอากาศส่วนเกินของการเผาไหม้และกระดาษ สำหรับเตาเผามูลฝอยห้องเผาไหม้เดี่ยวและสองห้องเผาไหม้



รูปที่ 15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชิงความร้อน η_{th} กับ %EA ของใบไม้และกระจา สำหรับเตาเผามูลฝอยห้องเผาไหม้เดี่ยวและสองห้องเผาไหม้

สรุปผลการทดลอง

จากการเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว กับเตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้พบว่า เตาเผามูลฝอยชนิดสองห้องเผาไหม้ ให้ปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์น้อยกว่าเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว เนื่องจาก

อากาศและมูลฝอยมีเวลาอยู่ในเตาเผาชนิดสองห้องเผาไหม้นานกว่า จึงเกิดการเผาไหม้ได้ดีกว่า

เมื่อพิจารณาปริมาณความร้อนของแก๊สร้อนที่ออกจากปล่องไอเสีย ($Q_{Fluc Gas}$) ของเตาเผามูลฝอยห้องเผาไหม้เดี่ยวมีค่าสูงกว่า เตาเผามูลฝอยสองห้องเผาไหม้ เนื่องจากแก๊สร้อนที่เกิดจากการเผามูลฝอยจะ

ไหลออกทางปล่องไอเสียโดยตรง แต่สำหรับเตาเผาสองห้องเผาไหม้ ปริมาณความร้อนจะสูญเสียให้กับผนังห้องผสมอากาศและห้องเผาไหม้ที่สอง ทำให้ปริมาณความร้อนของแก๊สไอเสียที่ออกจากปล่องลดลงและจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า เมื่อเปอร์เซ็นต์อากาศส่วนเกิน (%EA) เพิ่มขึ้น สำหรับเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดียว ปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) มีแนวโน้มลดลงเป็นเพราะอากาศที่ส่งเข้าเตาเมื่อมีปริมาณเพิ่มขึ้น ทำให้โอกาสที่มูลฝอยจะผสมผสานกับอากาศได้ดีก็มีมากขึ้น ทำให้การเผาไหม้เกิดได้ดีขึ้น ค่า CO จึงมีค่าลดลง และสำหรับเตาเผาสองห้องเผาไหม้เมื่อเพิ่ม %EA ปริมาณ CO จะลดลงจนถึงที่ 40%EA ค่า CO จะเพิ่มขึ้นเป็นเพราะ อากาศวิ่งไหลผ่านไปอย่างรวดเร็วโดยยังไม่ทันผสมผสานได้ดีกับมูลฝอยทำให้ค่า CO เพิ่มขึ้น

ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่วัดได้ภายในห้องเผาไหม้ ที่เวลาเท่ากัน เตาเผาชนิดห้องเผาไหม้เดียวจะให้อุณหภูมิที่สูงกว่าเตาเผาชนิดสองห้องเผาไหม้

การทำสมดุลความร้อนไม่สามารถทำได้ เพราะว่าการทดลองไม่สามารถหามวลที่ไม่เกิดการเผาไหม้ได้ ในแต่ละช่วงเวลาที่วัดอุณหภูมิสำหรับกระบวนการสภาวะไม่คงที่

ในการพิจารณาเลือกใช้งานจริง ถ้าต้องการเผา มูลฝอยเพื่อทำลาย โดยไม่สนใจความร้อนที่เกิดขึ้น แต่สนใจมลภาวะที่จะเกิดขึ้น ควรใช้เตาเผาชนิดสองห้องเผาไหม้ ในทางตรงกันข้ามถ้าสนใจนำความร้อนที่ได้ไป

ใช้งาน ควรใช้เตาเผาชนิดห้องเผาไหม้เดียว โดยมลภาวะที่เกิดขึ้นควรจะหาวิธีบำบัดปล่อยออกสู่บรรยากาศ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภชจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้การสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Vesilind P. Arne and Alan E. Rimor, *Unit Operation in Resource Recovery Engineering*, New Jersey, Prentice Hall, 1981.
2. John T. Pfetter, *Solid Waste Management Engineering*, New Jersey, Prentice-Hall, 1992.
3. Joseph L. Pavoni, John E. Heer and D. Joseph Hagerty, *Handbook of Solid Waste Disposal Materials and Energy Recovery*, New York :Van Nostrand Reinhold Company, 1972.
4. Bhide, A.D. Sundaresan, B.B, *Solid Waste Management in Developing Countries*, New Delhi. 1983.
5. สุขัย ศศิวิมลพันธ์, เทคโนโลยีไอ้ น้ำ กรุงเทพฯ, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2535.

