

การออกแบบและสร้างเตาเผาขยะชุมชน

Design and Construction of the Community Garbage Incinerator

เดช ดำรงค์ศักดิ์^{1*}, ณัฐวิวัฒน์ คำเวียง¹, จีระศักดิ์ แก้วเงิน¹ และ จักรกฤษณ์ ปัญญาธรรม¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

ติดต่อ: โทรศัพท์: (6653) 944146, โทรสาร: (6653) 944145

E-mail: det@dome.eng.cmu.ac.th

บทคัดย่อ

เตาเผาขยะชุมชนถูกออกแบบให้ทำงานโดยอาศัยปรากฏการณ์ปล่องควันไฟ (chimney effect) โดยอากาศร้อนที่มีความหนาแน่นต่ำจะลอยตัวขึ้นออกไปยังปลายปล่อง และออกแบบเตาเผาขยะให้เกิดการสูญเสียความร้อนน้อย เพื่อให้มีประสิทธิภาพการเผาทำลายขยะสูง ส่วนวัสดุที่นำมาใช้สร้างเตาเผาขยะจะใช้วัสดุที่หาได้ง่าย ได้แก่ ถังน้ำมัน 200 ลิตร และหุ้มตัวถังขยะด้วยฉนวนเซรามิกไฟเบอร์เพื่อป้องกันความร้อนสูญเสีย ในส่วนของการกำจัดมลภาวะ จะอาศัยไอน้ำที่อยู่ด้านบนของเตาเผาขยะในการดักควัน และมลภาวะต่างๆ จากการทดสอบพบว่า เตาเผาขยะชุมชนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพการเผาทำลาย สูงเมื่อใช้เผาขยะแห้ง โดยมีประสิทธิภาพการเผาทำลายสูงสุดเท่ากับ 94.5%

คำหลัก: เตาเผาขยะ มลภาวะ ขยะ

Abstract

The garbage incinerator was designed to burn down the garbage, in which the hot air with low density moves upward toward the smokestack using the chimney effect. In addition, it was imperative that the incinerator have low heat loss to maximize the combustion efficiency of the garbage. A 200-litre oil tank was used as a combustion chamber with the outer surface covered by ceramic fiber to reduce the heat loss thru the wall. On the top part of the incinerator, there was a steam used to trap the small particles and pollutants. From the experiments, the garbage incinerator had high disposal combustion efficiency when it was used to burn down the garbage with large portion of dry garbage. The maximum combustion efficiency of the incinerator was 94.5%

Keywords: Garbage Incinerator, Pollutant, Garbage

1. บทนำ

ปัจจุบัน ปัญหามลพิษ เป็นปัญหาหลักซึ่งมีความสำคัญ และส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตของ

มนุษย์อย่างมาก โดยเฉพาะ ปัญหาของขยะมูลฝอย และการกำจัดขยะ อย่างผิดวิธี ทำให้เกิดปัญหามลพิษ ในหลายๆ ด้าน ซึ่งในประเทศไทยนั้น



รูปที่ 1 กราฟเส้นแสดงปริมาณขยะในประเทศไทยในเขตพื้นที่ต่างๆ ระหว่างปี พ.ศ.2536 ถึงปี พ.ศ. 2546 ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ(www.pcd.go.th)

พบว่า ปริมาณขยะทุกพื้นที่ระหว่างปี พ.ศ.2536 ถึงปี พ.ศ. 2546 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง ในปัจจุบันและอนาคต โดยเฉพาะปริมาณขยะนอกเขตเทศบาลและสุขาภิบาล มีปริมาณขยะมากกว่า พื้นที่อื่นๆ สองถึงสามเท่า ซึ่งประชาชนที่อาศัยในพื้นที่เหล่านี้ ยังมีความรู้ ไม่เพียงพอในการกำจัดขยะ และใช้วิธีการกำจัดขยะซึ่งผิดวิธีเช่นการเผากลางแจ้ง การนำไปทิ้งในพื้นที่ห่างไกล เป็นต้นทางผู้ทำงานวิจัย จึงมีความตระหนัก และต้องการออกแบบ และสร้างเตาเผาขยะขึ้นมา เพื่อใช้ในชุมชนเป็นเตาเผาขนาดเล็ก ซึ่งสามารถใช้งานได้ง่ายมีความเหมาะสมสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป และจากการทำงานได้ทำการเก็บข้อมูลจากเตาเผาขยะเดิมที่มีการสร้างขึ้นมาก่อน สามารถนำมาประยุกต์ ใช้ในการสร้างเตาเผาขยะใหม่ค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตามในยังไม่สะดวกในการใช้งาน การบำรุงรักษา และการเคลื่อนย้าย ซึ่งเตาเผาเดิมถูกประกอบให้เป็นชิ้นส่วนเดียว ทำให้ยากต่อการเคลื่อนย้ายและบำรุงรักษา ทางผู้ดำเนินการ วิจัย ได้นำข้อมูลเหล่านี้มาออกแบบและสร้างเตาเผา ขยะชุมชนใหม่ที่มีความสามารถในการเผาทำลายที่ดี และสามารถใช้งานได้สะดวก ง่ายต่อการบำรุงรักษาและเคลื่อนย้าย ที่สำคัญ เตาเผาขยะชุมชนต้องมีราคาถูก ใช้วัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นชุมชน เพื่อให้ประชาชนที่สนใจสร้างเตาเผา ขยะใน

ชุมชน สามารถนำความรู้ที่ได้จากงานวิจัย ไปสร้างเตาเผาขยะของชุมชนขึ้นมาได้ด้วยตัวเอง

2. ทฤษฎี และการออกแบบเตาเผาขยะชุมชน

ในการคำนวณหาค่าการไหลของอากาศทางทฤษฎี (Theoretical draft) และแรงขับ (Driving force) ในเตาเผา ขยะ นั้นจำเป็นต้องทราบ ความดันสูญเสีย ภายในเตาเผาขยะนั้น ซึ่งปกติแล้วเตาเผาขยะนั้นจะมีการสูญเสียความดันในการไหลอยู่ค่าหนึ่ง เนื่องจากมีท่อควันที่คดเคี้ยวซับซ้อน แต่ต้องระวังค่าการไหลของอากาศจริงของเตาเผา ขยะจะน้อยกว่าค่าที่ควรจะเป็น แต่ที่ออกแบบโดยทั่วๆ ไปนั้นจำเป็นต้องใช้ค่าการไหลของอากาศทางทฤษฎีที่สูงกว่าค่าความดันสูญเสียในเตาเผาขยะ เพื่อให้การไหลของอากาศชนะความดัน สูญเสีย รวมไปถึงจนถึงเป็นไปตามการออกแบบและทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ โดยการออกแบบจะกำหนดให้การไหลของอากาศตามทฤษฎีเท่ากับค่าความดัน สูญเสียรวมของระบบจากการไหล เพื่อนำค่าที่ได้มาหาขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูง ของปล่องควัน ที่เหมาะสมซึ่งทฤษฎีต่างๆในการคำนวณมีดังนี้

2.1 การออกแบบความสูงของปล่องควัน

ในการคำนวณหา ความสูงของปล่องควันที่เหมาะสม [8] เพื่อให้ควันสามารถถูกดูดออกไปยังปล่องได้ สามารถทฤษฎีต่างๆ ดังต่อไปนี้

การคำนวณความหนาแน่นและอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายในท่อใช้สมการ

$$\rho_m = \rho_o \frac{T_s}{T_m} \frac{B}{B_o} \quad (1)$$

โดยที่

ρ_m : ความหนาแน่นเฉลี่ยของก๊าซภายในท่อ (kg/m^3)

ρ_o : ความหนาแน่นของอากาศที่อุณหภูมิและความดันปกติ (1.225 kg/m^3)

T_s : อุณหภูมิปกติ (288.15 K)

B : ความดัน ณ พื้นที่ที่ตั้ง (Pa)

T_m : อุณหภูมิเฉลี่ยของก๊าซภายในท่อทางเข้าและทางออก (K)

B_o : ความดันปกติ (101,325 Pa)

การคำนวณการไหลอากาศทางทฤษฎี เมื่อได้ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของก๊าซภายในท่อทางเข้าและทางออก (T_m) และค่าความดัน ณ พื้นที่ที่ตั้ง (B) แล้วสามารถคำนวณหาการไหลอากาศทางทฤษฎีได้จากสมการ

$$D_t = 0.03413BH \left(\frac{1}{T_o} - \frac{1}{T_m} \right) \quad (2)$$

โดยที่

D_t : ความดันในการดูดทางทฤษฎี (Pa)

H : ความสูงของท่อจากระดับทางเข้า (m)

T_o : อุณหภูมิสมดุล (K)

การคำนวณการสูญเสียความดันในการไหลก่อนที่จะคำนวณหาค่า ความสูงของปล่องที่เหมาะสม เราต้องคำนวณหาการสูญเสียความดันในการไหลก่อนเพื่อนำมาใช้ในสมการของหลักการคำนวณการสูญเสียความดันในการไหลโดยสมการที่ใช้คือ

$$\Delta p = k\rho_m \frac{v^2}{2} \quad (3)$$

โดยที่

Δp : ความดันสูญเสียในระบบ (Pa)

k : สัมประสิทธิ์ความต้านทานรวมของท่อ

v : ความเร็วของก๊าซโดยเฉลี่ย (m/s)

สัมประสิทธิ์ความต้านทานรวมของท่อนั้นสามารถหาได้จากการวิเคราะห์ข้อต่อข้องอ สิ่งกีดขวางในการไหลของอากาศและควัน ซึ่งสามารถวิเคราะห์จากหลักการการออกแบบท่อได้โดยทั่วไปส่วนค่าความเร็วของก๊าซโดยเฉลี่ย หาได้จากสมการ

$$v = \frac{1000 \times 4w}{\pi \rho_m d_i^2} \quad (4)$$

โดยที่

v : ความเร็วของก๊าซ (m/s)

w : อัตราการเผาไหม้ (g/s)

d_i : เส้นผ่านศูนย์กลางภายในโดยกำหนดเอง (mm)

ρ_m : ความหนาแน่นของก๊าซ (kg/m^3)

และค่าอัตราการเผาไหม้ที่นำมาใช้แทนในสมการหา ค่าความเร็วสามารถหาได้จากสมการ

$$w = 1000IM \quad (5)$$

โดยที่

w : อัตราการเผาไหม้ (g/s)

I : อัตราการให้ความร้อนของเตาเผาขยะ (MW)

M : สัดส่วนของอัตราการเผาไหม้และความร้อนที่ให้ (0.697 kg/MJ)

ค่า D_t และ Δp ที่คำนวณจากสมการที่ (2) และ (3) ถูกนำมาใช้คำนวณหาความสูงของปล่องควันที่เหมาะสมได้ โดยแทนค่าดังกล่าวลงในสมการคำนวณความดันสูญเสีย ดังนี้

$$\Delta p = D_t - D_a \quad (6)$$

โดยที่

Δp : ความดันสูญเสียในระบบ (Pa)

D_t : ความดันในการดูดทางทฤษฎี (Pa)

D_a : ความดันในการดูดที่สามารถใช้ได้ (Pa)

ค่า D_a ที่เหมาะสม ที่ทำให้ควันถูกดูดออกไปทางปล่องได้อยู่ในช่วง $12.5 \text{ Pa} < D_a < 50 \text{ Pa}$ โดยในการคำนวณหาความสูงของปล่องควันที่เหมาะสมนั้น ความสูงของปล่องควันที่คำนวณได้จะต้องให้ค่า D_a อยู่ในช่วงที่แนะนำดังกล่าว

2.2 การออกแบบและสร้างเตาเผาขยะชุมชน

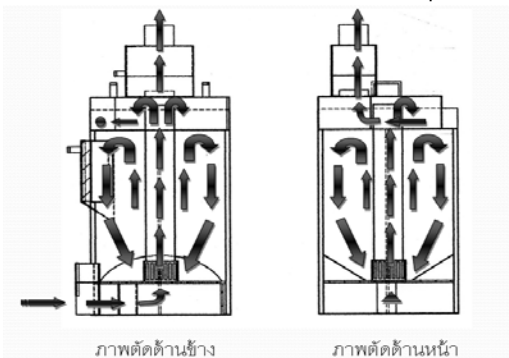
2.2.1. การออกแบบ

ในการออกแบบเตาเผาขยะต้องคำนึงถึงปัจจัยเบื้องต้นดังนี้ สามารถใช้เผาขยะชุมชนทั่วไป ใช้งานง่าย และลดมลภาวะ โดยเตาเผาขยะ ที่ได้ออกแบบนั้น ห้องเผา มีปริมาตรประมาณ 170 ลิตร มีอัตราการเผา

ใหม่ไม่เกิน 30 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เตาเผาขยะที่สร้างขึ้นทำจากถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.58 เมตร สูง 0.9 เมตร ภายนอกเป็นชุดครอบสวมโดยมีช่องใส่ขยะด้านข้าง มีชุดสร้างไอน้ำเพื่อดักจับฝุ่นควันติดตั้งอยู่ที่ด้านบนของเตาเผาขยะภายในห้องเผา มีตะแกรงรองรับขยะสูงจากพื้น 1.0 เซนติเมตร ด้านล่างมีช่องสำหรับใส่พื้นขนาด 5x20 ตารางเซนติเมตร และช่องอากาศเข้าขนาด 20x25 ตารางเซนติเมตร เตาเผาขยะที่ออกแบบประกอบด้วยส่วนสำคัญต่างๆ ดังนี้

1. ตัวเตาเผาขยะข้างใน (ถังน้ำมัน 200 ลิตร)
2. ตัวเตาเผาขยะข้างนอกหุ้มฉนวน
3. ช่องรับอากาศสำหรับการเผาไหม้
4. ช่องสำหรับระบายไอเสียจากการเผาไหม้
5. ตะแกรงสำหรับรองรับขยะและถ่ายเทขี้เถ้า
6. ภาชนะใส่น้ำเพื่อช่วยในการดักจับฝุ่นควัน
7. ช่องสำหรับใส่ถ่านเพื่อดักกลิ่นจากการเผา
8. ปล่องควัน

2.2.2 หลักการทำงานของเตาเผาขยะชุมชน



รูปที่ 2 ภาพแสดงการทำงานของเตาเผาขยะ

อากาศจะที่ใช้ในการสันดาปจะไหล เข้าทางด้านล่างตรงช่องอากาศเข้า แล้วจึงไหลเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ทำให้ขยะเกิดการเผาไหม้ เศษขยะชิ้นเล็กๆ และฝุ่นควันจะลอยขึ้นภายใน ห้องเผา แล้วจึงไหลอ้อมลงมาด้านล่างเพื่อเผาซ้ำอีกทีหนึ่ง ก่อนที่จะไหลผ่านท่อขึ้นไปยังชุดสร้างไอน้ำด้านบนเพื่อดักจับฝุ่นควัน และมลภาวะอื่นๆ แล้วจึงไหล ออกไปที่ปล่องควันผ่าน

ภาชนะที่บรรจุถ่านเพื่อกำจัดกลิ่นที่เกิดจากการเผาขยะ

2.3 การหาประสิทธิภาพการเผาทำลายขยะ

การคำนวณหา ประสิทธิภาพการเผาทำลายขยะ เพื่อวิเคราะห์หาความสามารถในการกำจัดขยะของเตาเผาขยะที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้น สามารถหา ประสิทธิภาพการเผาทำลายขยะได้ดังสมการ

$$\eta = \frac{m_i - m_o}{m_i} \times 100\% \quad (7)$$

โดยที่

η : ประสิทธิภาพการเผาทำลายขยะ (%)

m_i : มวลของขยะก่อนการเผา (kg)

m_o : มวลของขยะที่เหลือหลังจากการเผา (kg)

2.4 การหาค่าความร้อนสูญเสียแบบต่าง ๆ

การคำนวณหาค่าความร้อนสูญเสีย ของเตาเผาขยะ เพื่อวิเคราะห์หาความร้อนที่เหลืออยู่ในห้องเผาเพื่อใช้ในการสันดาปและให้ความร้อนแก่น้ำในภาชนะด้านบนเพื่อสร้างไอน้ำสำหรับดักจับฝุ่นควันที่เกิดจากการเผาขยะ กล่าวคือถ้ามีความร้อนสูญเสียน้อย ก็จะเหลือความร้อนจำนวนมากเพื่อใช้ในการสันดาปและให้ความร้อนแก่น้ำในภาชนะด้านบนเพื่อสร้างไอน้ำจำนวนมากสำหรับดักจับฝุ่นควัน จากสมมูลของพลังงานความร้อนดังสมการ

$$Q_{in} = Q_{rad} + Q_{fluegas} + Q_{acc} + Q_{cond} + Q_w + Q_{loss} \quad (8)$$

โดยที่

Q_{in} = ค่าความร้อนของขยะที่เผาไหม้

Q_{rad} = ค่าความร้อนจากการแผ่รังสีของชุดครอบ

$Q_{fluegas}$ = ค่าความร้อนสูญเสียที่ปล่องควัน

Q_{acc} = ค่าความร้อนสะสมในตัวเตาเผาขยะ

Q_{cond} = ค่าความร้อนสูญเสียจากการนำความร้อนผ่านผนังเตา

Q_w = ค่าความร้อนที่ให้แก่น้ำ

Q_{loss} = ค่าความร้อนสูญเสียอื่นๆ

3. การดำเนินการสร้าง

3.1 เตาเผาขยะข้างใน

ตัวเตาเผา ขยะ ด้านในจะเป็นถังน้ำมัน 200 ลิตร หนาประมาณ 1 มิลลิเมตร ทำการเชื่อมติดกับตัวฐาน เหล็กแผ่นกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 เซนติเมตร หนา 4 มิลลิเมตร มีขาตั้งโดยรอบ 5 ขา โดยเป็นเหล็กแท่งสี่เหลี่ยมจัตุรัสกว้างด้านละประมาณ 2 เซนติเมตร ซึ่งภายในถังน้ำมัน 200 ลิตร มีเหล็กรูปตัวซีสูงประมาณ 12 เซนติเมตร ทำเป็นฐานรองรับตะแกรงเหล็กกลม 3/8 นิ้ว ไขว้กัน 2 ชั้น ซึ่งทำการเชื่อมติดกับถังเช่นกัน ส่วนที่รองรับขยะนั้นได้ทำเป็นรูปตัววีวางทำมุมกับ ตะแกรงเหล็กกลม 3/8 นิ้ว ประมาณ 30 องศา บริเวณตรงกลางถัง 200 ลิตร จะเป็นท่อดูดก๊าซไอเสียวางบน ตะแกรงเหล็กได้ทำการยกสูงขึ้น 10 เซนติเมตร จาก ตะแกรงเหล็กเพื่อให้อากาศร้อนสามารถไหลผ่านเข้า ท่อขึ้นไปด้านบนได้ง่าย

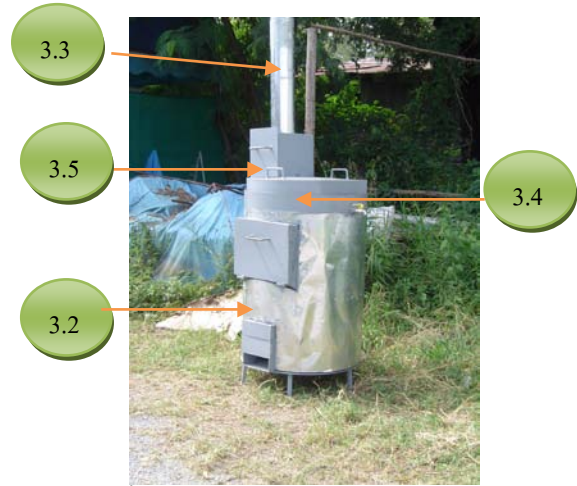


รูปที่ 3 แสดงส่วนประกอบภายในเตาเผาขยะ

3.2 ผังเตาเผาขยะ

เตาเผาขยะด้านนอกนี้ได้ทำการสร้างยึดติดกับ ชุดใส่น้ำด้านบนโดยใช้เหล็กเส้น 3/8 นิ้ว เชื่อม โดยรอบเพื่อการรับแรงจากการรับน้ำหนักของชุดใส่น้ำด้วยรวมถึงใช้เหล็กแผ่นเชื่อมทาบทั้ง 3 ช่วง ความยาวเพื่อให้เหล็กได้มีความโค้งงอ ซึ่งภายในได้ทำการหุ้มสังกะสีหนา 0.5 มิลลิเมตร โดยใช้ลวดเหล็กมัด

ให้อยู่ หลังจากนั้นใช้เซรามิคไฟเบอร์ ฟันโดยรอบแล้ว ใช้สังกะสีพันรอบด้านนอกอีกทีหนึ่งโดยใช้ลวดทึง โดยรอบ



รูปที่ 4 แสดงส่วนประกอบเตาเผาขยะภายนอก

3.3 ปล่องควันที่ใช้ระบายไอเสีย

ปล่องควันสำหรับระบายไอเสียจากการเผาไหม้นี้ จะเป็นส่วนที่อยู่ด้านบนสุดของเตาเผาขยะ โดยก๊าซไอเสียนั้นจะผ่านเข้าท่อดูดทางด้านล่างโดยการถูกเผาซ้ำ 2 ครั้ง แล้วผ่าน ใอน้ำทางด้านบน จากนั้นจะผ่านชั้น ถ่านออกผ่านปล่องสู่อากาศภายนอกต่อไป โดยการทำการสร้างปล่องจากจากสังกะสีเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร โดยมีม้วนสองรอบแล้วยังด้วยลวดตลอด ความยาว 2.4 เมตร

3.4 ภาชนะใส่น้ำเพื่อช่วยในการดับจับฝุ่นควันและ ชุดฝาครอบ

แทนสำหรับใส่น้ำเพื่อช่วยในการดับจับฝุ่นควันได้ ทำการออกแบบให้เป็นวงกลม โดยที่จุดศูนย์กลางจะมี ท่อปล่องเพื่อส่งผ่านควันไปสัมผัสกับใอน้ำในส่วนของ ฝาครอบสวมใอน้ำและก๊าซไอเสียได้ออกแบบให้สูง 14 เซนติเมตร และมีแผ่นกันเพื่อให้ก๊าซไอเสียสัมผัสน้ำ ใ้นานขึ้น เพื่อคงอุณหภูมิและเพิ่มอุณหภูมิภายในเตา ให้สูงขึ้น

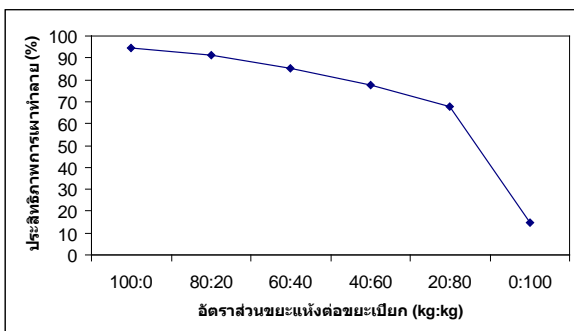
3.5 ช่องสำหรับใส่ถ่านเพื่อดักกลิ่นจากการเผา

ช่องสำหรับใส่ถ่านเพื่อ ดักกลิ่นจากการเผาเป็นส่วนที่อยู่ถัดจากส่วนครอบและใช้ท่อระบายไอเสียออกได้ออกแบบให้ใส่ถ่านได้ประมาณ 1 กิโลกรัม ด้านล่างเป็นตะแกรงบางรูปพูนกลมถี่ๆ เพื่อให้ควันจากก๊าซสามารถลอดผ่านได้

4. ผลการทดสอบ

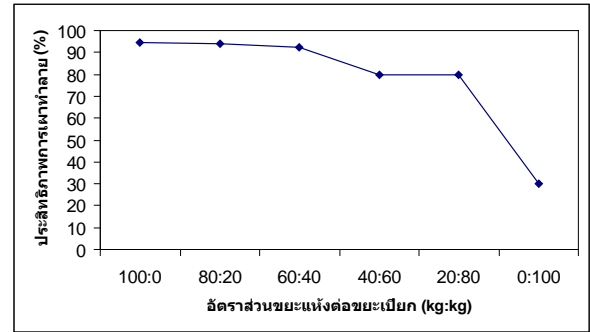
ข้อมูลจากผลการทดสอบเผาขยะ โดยใช้เตาเผาขยะที่ทำการออกแบบ และสร้างขึ้น โดยใช้ขยะแห้งต่อเปียกตามอัตราส่วนต่างๆ โดยแบ่งการทดสอบในแต่ละอัตราส่วนออกเป็น 2 แบบ คือ กรณีที่เตาเผาขยะไม่ได้ใส่น้ำและถ่าน เพื่อดักจับฝุ่นควัน และกรณีที่เตาเผาขยะ ใส่น้ำและถ่าน เพื่อดักจับฝุ่นควัน โดยทำการเปรียบเทียบว่าการเผาขยะในลักษณะใดสามารถเผากำจัดขยะได้ดีกว่า

จากการทดสอบเผาขยะกับเตาเผาขยะที่ไม่ได้ใส่น้ำและถ่านเพื่อดักจับฝุ่นควัน ที่อัตราส่วนขยะแห้งต่อขยะเปียก 100:0, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80 และ 0:100 ได้ผลของประสิทธิภาพการเผาทำลายขยะดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ประสิทธิภาพการเผาทำลายขยะที่อัตราส่วนขยะแห้งต่อขยะเปียกต่างๆ เมื่อไม่มีไอน้ำดักฝุ่น

จากการทดสอบเผาขยะกับเตาเผาขยะที่ใส่น้ำและถ่านเพื่อดักจับฝุ่นควัน ที่อัตราส่วนขยะแห้งต่อขยะเปียก 100:0, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80 และ 0:100 ได้ผลของประสิทธิภาพการเผาทำลายขยะดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ประสิทธิภาพการเผาทำลายขยะที่อัตราส่วนขยะแห้งต่อขยะเปียกต่างๆ เมื่อมีไอน้ำดักฝุ่น

จากข้อมูลการทดสอบในรูปที่ 5 และ 6 พบว่าเตาเผาขยะจะมีประสิทธิภาพการเผาทำลายสูง เมื่อใช้ในการเผาขยะที่มีปริมาณขยะแห้งมากเมื่อเทียบกับปริมาณขยะเปียก โดยมีประสิทธิภาพการเผาทำลายสูงสุดเท่ากับ 94.5% ที่อัตราส่วนขยะแห้งต่อขยะเปียก 100:0 และประสิทธิภาพการเผาทำลายจะลดลงเหลือประมาณ 80% ที่อัตราส่วนขยะแห้งต่อขยะเปียก 40:60 จะเห็นได้ว่าเตาเผาขยะดังกล่าวมีประสิทธิภาพการเผาทำลายต่ำเมื่อขยะมีปริมาณของขยะเปียกมาก และมีปริมาณของขยะแห้งน้อย โดยที่อัตราส่วนขยะแห้งต่อขยะเปียก 0:100 จะมีประสิทธิภาพการเผาทำลายเพียง 15% ในกรณีที่ไม่มีระบบดักจับฝุ่น และ 30% ในกรณีที่มีระบบไอน้ำดักจับฝุ่น ทั้งนี้เนื่องจากระบบที่มีไอน้ำดักจับฝุ่นมีการสูญเสียความร้อนอื่น ๆ น้อยกว่าระบบที่ไม่มีไอน้ำดักจับฝุ่น จึงทำให้มีความร้อนเหลืออยู่ภายในเตาเผาขยะมากกว่า ส่งผลให้สามารถเผาทำลายขยะได้ดีขึ้น

การสูญเสียความร้อนตามส่วนต่างๆ ของเตาเผาขยะในกรณีไม่ใส่น้ำและถ่านได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 ส่วนการสูญเสียความร้อนตามส่วนต่างๆ ของเตาเผาขยะในกรณีใส่น้ำและถ่านได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 จากข้อมูลความร้อนสูญเสียตามส่วนต่างๆ ของเตาเผาขยะพบว่าในกรณีที่ไม่มีใส่น้ำและถ่านนั้น จะมีความร้อนสูญเสียอื่นๆ ค่อนข้างสูง โดยสูญเสียความร้อนมากกว่า 50% เนื่องจากมีความร้อนสูญเสียทางด้านบนของเตาเผาขยะค่อนข้างมาก โดยอาจมีความร้อน

ตาราง 1 ความร้อนสูญเสียของเตาเผาขยะ ในกรณีไม่ใส่น้ำและถ่าน

ความร้อน	อัตราส่วนขยะแห้งต่อขยะเปียก					
	100/0	80/20	60/40	40/60	20/80	0/100
Other loss (%)	48	58	65	75	74	54
Flue gas loss (%)	19	18	16	12	8	17
Radiation loss (%)	15	9	10	7	11	12
Accumulation loss (%)	18	15	9	6	7	17
Heat to water (%)	0	0	0	0	0	0

ตาราง 2 ความร้อนสูญเสียของเตาเผาขยะ ในกรณีใส่น้ำและถ่าน

ความร้อน	อัตราส่วนขยะแห้งต่อขยะเปียก					
	100/0	80/20	60/40	40/60	20/80	0/100
Other loss (%)	26	23	22	20	32	42
Flue gas loss (%)	21	25	24	24	9	12
Radiation loss (%)	9	13	12	11	11	11
Accumulation loss (%)	16	16	14	15	13	13
Heat to water (%)	28	23	28	30	35	22

สูญเสียตามบริเวณรอยต่อของชิ้นส่วนที่มีไว้สำหรับใส่น้ำด้านบนกับตัวเตา อย่างไรก็ตามความร้อนสูญเสียอื่นๆ จะลดลงมากเมื่อมีการใส่น้ำและถ่านที่ส่วนบนเพื่อดักจับฝุ่น โดยมีความร้อนสูญเสียอื่นๆ ลดลงเหลือประมาณ 20 – 42% ทำให้มีความร้อนเหลือเพียงพอเพื่อนำไปใช้ในการให้ความร้อนแก่น้ำที่บรรจุอยู่ด้านบนสำหรับสร้างไอน้ำเพื่อใช้ในการดักจับฝุ่นควันที่เกิดจากการเผาไหม้ของขยะ โดยมีปริมาณความร้อนถ่ายเทไปยังน้ำเพื่อสร้างไอน้ำประมาณ 22 – 35% นอกจากนี้ยังพบว่าเตาเผาขยะดังกล่าวมีความร้อนสูญเสียจากก๊าซร้อนไอเสียเป็นจำนวนมากประมาณ 20%

5. สรุปผลการทดลอง

เตาเผาขยะมีประสิทธิภาพการเผาทำลายสูงเมื่อใช้เผาขยะแห้งหรือขยะที่มีความชื้นน้อย โดยมีประสิทธิภาพการเผาทำลายสูงสุดเท่ากับ 94.5% ที่อัตราส่วนขยะแห้งต่อขยะเปียก 100:0 และเตาเผา

ขยะมีประสิทธิภาพการเผาทำลายต่ำเมื่อขยะดังกล่าวมีปริมาณของขยะเปียกมาก โดยที่อัตราส่วนขยะแห้งต่อขยะเปียก 0:100 จะมีประสิทธิภาพการเผาทำลายเพียง 15% ในกรณีที่ไม่มีระบบดักจับฝุ่น และ 30% ในกรณีที่มีระบบไอน้ำดักจับฝุ่น นอกจากนั้นพบว่าไอน้ำที่ผลิตขึ้นบริเวณด้านบนเตาเผาขยะสามารถดักจับฝุ่นควันได้ดี ทำให้ในขณะเผาขยะจะไม่มีควันลอยออกไปที่ปลายปล่อง

6. กิตติกรรมประกาศ

ทางกลุ่มผู้ทำงานวิจัย ขอขอบคุณ

1. คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ภาควิชาเครื่องกลที่ให้การสนับสนุนทุกด้าน ในการทำงานวิจัย
2. ศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ ในการทดสอบและสร้างเตาเผาขยะนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] มีชัย มีจู และ สมุชชัย ธารธารทองวงศ์ (2536) อุปกรณ์กำจัดมลภาวะจากเตาเผาขยะประจำหมู่บ้าน ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- [2] กรรณิการ์ มิ่งเมืองและคณะ (2542) การศึกษาการออกแบบเตาเผาขยะมูลฝอยสำหรับหมู่บ้านจำนวนประชากรไม่เกิน 120 คน ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- [3] เสกสรรค์ สุทธิสงค์ (2549) การประเมินประสิทธิภาพเตาเผาขยะติดเชื้อโรงพยาบาล มหาราช นครเชียงใหม่ วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

- [4] พัชรี หอวิจิตร (2531) การจัดการขยะมูลฝอย
ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- [5] ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์และคณะ (2542) มลภาวะ
อากาศ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [6] สำนักวิชาความสะอาด กรุงเทพมหานคร (2536)
โรงงานขยะมูลฝอย หนังสือเสริมสร้างความรู้ด้าน
สิ่งแวดล้อม
- [7] Calvin R. Brunner, Medical Waste Disposal,
ICI incinerator consultants incorporated,
Incineration Systems Handbook
- [8] ASHRAE HANDBOOK, Heating, Ventilating,
and Air-Conditioning, SYSTEMS AND
EQUIPMENT, 2000