บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลังและที่มาของปัญหา

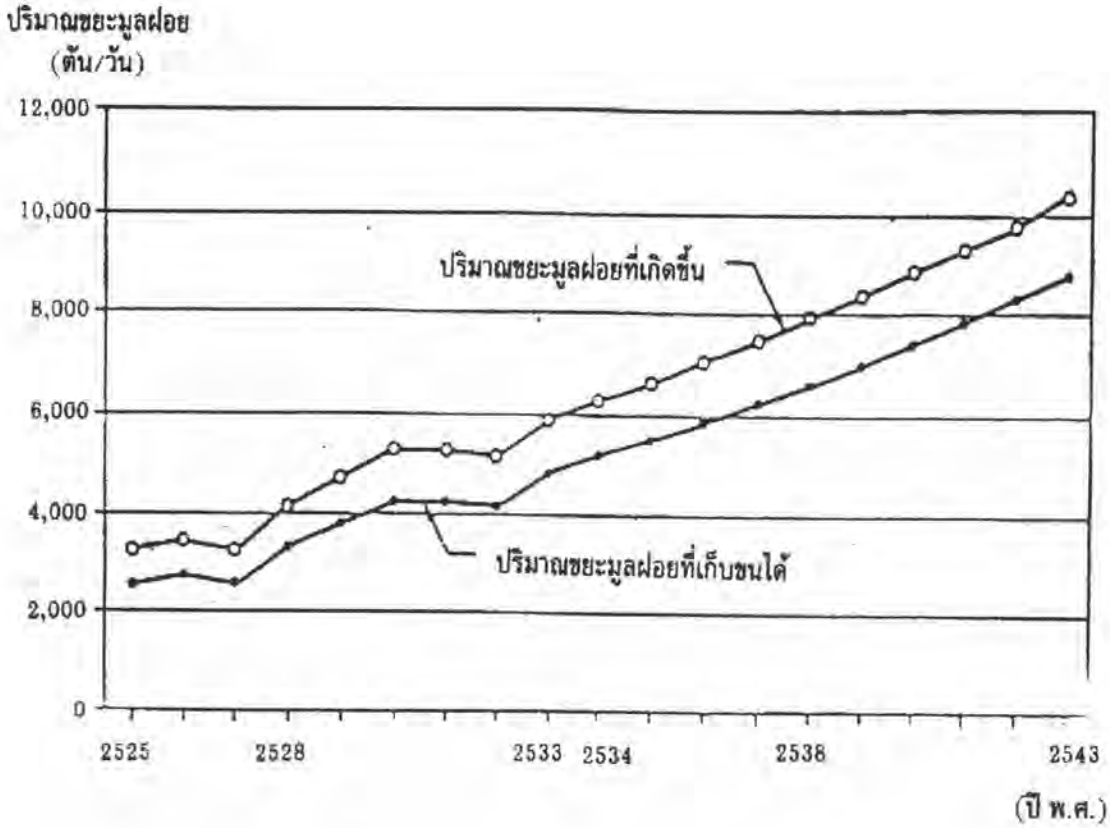
ปัจจุบันนี้ประเทศไทยกำลังประสบกับปัญหาทางด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อันเป็นผลพลอยได้มาจากการพัฒนาประเทศทางด้านเศรษฐกิจและเทคโนโลยี อุตสาหกรรมที่สำคัญๆ หลายด้านเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งการรับผลผลิตใหม่ๆ มาใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนการเติบโตอย่างรวดเร็วของประชากร ทำให้เกิดวัสดุเหลือใช้หรือที่เรียกว่ามูลฝอยมีปริมาณสูงขึ้นเป็นเงาตามตัว ซึ่งปรากฏให้เห็นเป็นตัวอย่างชัดเจนในชุมชนทุกระดับ ตั้งแต่ระดับสุขาภิบาล เทศบาล เมืองใหญ่ เช่น กรุงเทพมหานคร และจังหวัดเชียงใหม่

ในขณะนี้เป็นที่ทราบกันอย่างดีแล้ว ปัญหาที่มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าอื่นๆ และเป็นปัญหาที่ประชาชนให้ความสนใจเป็นอย่างมากในเวลานี้ คือปัญหาของมูลฝอยที่เพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วจนไม่สามารถนำไปกำจัดให้หมดได้ในเวลาอันรวดเร็ว อีกทั้งมูลฝอยบางประเภทยังย่อยสลายตัวตามธรรมชาติได้ช้ามาก ต้องใช้เวลานานหลายปี และบางประเภทยังก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน หากยังไม่มีวิธีหรือมาตรการการกำจัดมูลฝอยที่เหมาะสม รวดเร็ว และไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย

มูลฝอยในปัจจุบันมาจากที่ต่าง ๆ สามารถแบ่งแยกออกได้เป็น 4 แหล่ง [1] ดังนี้ คือ

1. มูลฝอยจากชุมชนเมือง

มูลฝอยที่เกิดจากชุมชนทั่วประเทศในปี พ.ศ.2536 พบว่ามีปริมาณรวมทั้งสิ้น 11,183,600 ตันต่อปี หรือประมาณวันละ 30,640 ตัน (ทั่วประเทศ) โดยสามารถแยกออกได้เป็นมูลฝอยที่เกิดขึ้นในกรุงเทพมหานคร 23% หรือคิดเป็นปริมาณมูลฝอยประมาณ 7,050 ตันต่อวัน และเป็นมูลฝอยที่เกิดจากเทศบาล สุขาภิบาล นอกสุขาภิบาล มีปริมาณมูลฝอยทั้งสิ้น 77% หรือคิดเป็นปริมาณมูลฝอยประมาณ 23,590 ตันต่อวัน ในส่วนของมูลฝอยในกรุงเทพมหานครได้มีการคาดการณ์ปริมาณของมูลฝอยที่จะเพิ่มขึ้นเป็น 10,000 ตันต่อวัน ในปี พ.ศ. 2543 ดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แสดงการคาดการณ์แนวโน้มปริมาณมูลฝอยที่จะเพิ่มขึ้นในกรุงเทพมหานคร

มูลฝอยที่เกิดจากชุมชนส่วนใหญ่จะประกอบด้วย [2] เศษอาหาร 42% กระดาษ 19% เศษใบไม้และหญ้า 11% พลาสติก ยาง หนัง 11% แก้ว โลหะ หิน 10% และอื่น ๆ อีก 7 %

2. มูลฝอยจากภาคอุตสาหกรรม

การพัฒนาด้านเทคโนโลยีต่าง ๆ ทำให้ภาคอุตสาหกรรมเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดได้อย่างหลากหลาย ขณะเดียวกันมูลฝอยที่เกิดจากภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ มีทั้งปริมาณและลักษณะที่แตกต่างกันไปตามประเภทของอุตสาหกรรมนั้น ๆ เช่น เศษเหล็กและโลหะ เศษแก้ว เศษอลูมิเนียม พลาสติก และโฟม ฯลฯ ซึ่งมูลฝอยเหล่านี้สามารถที่จะนำกลับมาผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อผลิตมาใช้ได้อีก (recycling) เป็นต้น

มูลฝอยจากภาคอุตสาหกรรมที่สำคัญ ๆ ได้แก่ กากของเสียที่มีอันตราย (hazardous) จากอุตสาหกรรมที่นับวันจะมีปริมาณมากขึ้นและมีผลกระทบที่รุนแรง อาจจะทำให้เกิดผลกระทบต่อ

สิ่งแวดล้อมและประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น ๆ ได้ เนื่องจากการนำไปทิ้งในที่ต่าง ๆ อย่างไม่ถูกต้อง และปัญหาการไม่มีวิธีที่จะนำไปกำจัดให้เหมาะสม กากของเสียที่มีอันตราย เช่น กาก-น้ำมัน เศษอุปกรณ์และชิ้นส่วนอิเลคทรอนิคส์ ซากแบตเตอรี่ ภาชนะบรรจุ และกากสารเคมี ฯลฯ จากตัวเลขสถิติการคาดการณ์ของมูลฝอยประเภทนี้ทั่วประเทศ พบว่าในปี พ.ศ. 2537 มีปริมาณ 990,000 ตันต่อปี

3. มูลฝอยจากโรงพยาบาล

มูลฝอยประเภทนี้จัดอยู่ในประเภทมูลฝอยติดเชื้อ ที่จะต้องมีวิธีการกำจัดเป็นพิเศษ เนื่องจากมูลฝอยประเภทนี้นอกจากจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นแล้ว ยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวด-ล้อมโดยรวมแล้ว ยังก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของประชาชนโดยตรงอีกด้วย มูลฝอยจากโรงพยาบาล เช่น พวกวัสดุสารเคมี (ถุงมือ สำลีทำความสะอาด ผ้าพันแผล กระดาษชำระ น้ำยา ฯลฯ) พวกเครื่องมือประเภทใช้เพียงครั้งเดียว และยา (ใบมีด เข็มฉีดยา ยาที่เสื่อมคุณภาพ ฯลฯ) พวกสิ่งปฏิกูล (อุจจาระ ปัสสาวะ เศษเนื้อเยื่อ เลือด น้ำเหลือง ฯลฯ) มูลฝอยเหล่านี้จะต้องทำการกำจัดอย่างระมัดระวังและกระทำด้วยวิธีที่เหมาะสมต่อไป ปริมาณมูลฝอยประเภทนี้ในปี พ.ศ. 2536 มีปริมาณ 48 ตันต่อวัน ทั่วประเทศ โดยจากกรุงเทพมหานครมีปริมาณ 14 ตันต่อวัน ในต่างจังหวัดมีปริมาณ 34 ตันต่อวัน

4. มูลฝอยจากภาคเกษตรกรรม

มูลฝอยจากภาคเกษตรกรรมเป็นมูลฝอยที่เกิดจากกิจกรรมทางด้านการเกษตร ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นจำพวกอินทรียวัตถุ สามารถที่จะย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ เช่น เศษไม้ ใบหญ้า พืช มูลสัตว์ เป็นต้น และมูลฝอยที่เป็นอันตรายซึ่งเกิดจากกิจกรรมทางการเกษตรก็คือ สารกำจัดศัตรูพืช เคมีภัณฑ์ต่าง ๆ ที่เสื่อมคุณภาพ ภาชนะบรรจุสารเคมี ฯลฯ ซึ่งพบว่าในปี พ.ศ. 2537 มีปริมาณ 9,000 ตันต่อปี ซึ่งส่วนใหญ่ยังไม่ได้รับการกำจัดด้วยวิธีการที่เหมาะสม

มูลฝอยที่มีปริมาณมากมายเหล่านี้ ส่วนใหญ่จะมาจากแหล่งชุมชนเมืองและภาคอุตสาห-กรรมซึ่งสามารถแยกประเภทออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. มูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (recycling) มูลฝอยประเภทนี้จะไม่สามารถย่อยสลายได้ ก็จะถูกคัดเลือกเพื่อนำกลับไปปรับปรุงสภาพหรือแปรรูปใหม่ได้อีก เช่น เศษเหล็ก พลาสติก แก้วและขวด อลูมิเนียม กล่องกระดาษ และโฟม เป็นต้น มูลฝอยประเภทนี้ส่วนใหญ่ได้มาจากภาคอุตสาหกรรม

2. มูลฝอยที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้แต่สามารถย่อยสลายได้ (digestion) มูลฝอยประเภทนี้ส่วนใหญ่จะได้มาจากชุมชนและการเกษตรกรรม เช่น เศษอาหาร ใบไม้ กระดาษ หญ้า เป็นต้น

วิธีการกำจัดมูลฝอยมีอยู่หลายวิธีและในแต่ละวิธีย่อมมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของมูลฝอยเองด้วย การกำจัดมูลฝอยที่ถือว่าถูกสุขลักษณะและก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย เช่น วิธีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (sanitary landfill) วิธีการหมักทำปุ๋ย (composting) และวิธีการเผาในเตาเผา (inceneration)

การกำจัดมูลฝอยโดยวิธีการเผาในเตาเผา เป็นวิธีการที่ถูกหลักสุขาภิบาลที่ดีที่สุดวิธีหนึ่ง ถ้าหากได้รับการออกแบบและควบคุมการทำงานอย่างเหมาะสม จะช่วยให้การเผาไหม้มีประสิทธิภาพ การกำจัดมูลฝอยโดยวิธีนี้เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายและได้มีการพัฒนามาเป็นเวลานานในยุโรป อเมริกา และญี่ปุ่น เพราะสามารถลดปริมาตรของมูลฝอยได้ 85-90% ก่อนที่จะนำกากที่เหลือคือ ขี้เถ้าไปบำบัดด้วยวิธีอื่นเช่นฝังกลบ หรืออาจนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป นอกจากนั้นความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกด้วย

ในปัจจุบันได้มีการพยายามออกแบบเตาเผามูลฝอยรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เผามูลฝอยได้หลายชนิด พยายามลดเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้ ซึ่งในการเผาไหม้จำเป็นต้องใช้ความร้อนสูงเพื่อให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างเหมาะสมที่สุด อย่างไรก็ตามต้องระมัดระวัง คือ ผลพลอยได้อันไม่พึงประสงค์จากการเผาไหม้อันได้แก่ ควัน (smoke) กลิ่น (odor) และแก๊สต่าง ๆ ซึ่งอาจก่อให้เกิดมลพิษในบรรยากาศได้

เตาเผามูลฝอยที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันจะแบ่งออกเป็น เตาเผาขนาดใหญ่หรือเตาเผาชุมชน สามารถเผามูลฝอยได้มากกว่า 830 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และเตาเผาขนาดเล็กสามารถเผามูลฝอยได้น้อยกว่า 830 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

เตาเผามูลฝอยขนาดเล็กแบ่งออกได้เป็น

เตาเผาแบบเปิด (open-pit incenerator)

มีหลักการทำงานเหมือนกับการก่อกองไฟ โดยทำการเผามูลฝอยลงไปในหลุมหรือบ่อแล้วอาศัยเครื่องเป่าลม (blower) เป่าอากาศภายในห้องเผาไหม้ให้เกิดการหมุนวน

ข้อด้อยของเตาเผาแบบเปิด คือ

1. ทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศสูง เนื่องจากไม่สามารถควบคุมแก๊สไอเสียได้
2. การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ทำให้เกิดเศษเหลือของมูลฝอย
3. ไม่สามารถนำพลังงานความร้อนกลับมาใช้ประโยชน์ได้

เตาเผาชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว (single combustion chamber incinerator)

จะทำการเผามูลฝอยภายในห้องเผาไหม้และควบคุมแก๊สไอเสียได้ โดยแก๊สไอเสียจะออกจากปล่องด้านบน และสามารถติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมมลภาวะทางอากาศได้ และพบว่าเตาเผาชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยวมีราคาถูกสร้างได้ง่ายไม่ซับซ้อน

เตาเผาแบบหมุน (rotary-klin incinerator)

เป็นเตาเผาแบบห้องเผาไหม้มีการเคลื่อนที่หมุนรอบตัวเอง การก่อสร้างค่อนข้างยิ่งยาก และมีราคาสูง จึงไม่ค่อยนิยมใช้ในการเผามูลฝอยทั่วไป

จากเหตุผลดังกล่าวมานี้ ผู้วิจัยจึงเลือกทำการศึกษาวิจัยเตาเผาแบบห้องเผาไหม้เดี่ยว (single combustion chamber incinerator) เนื่องจากมีราคาถูก และยังไม่มีการศึกษาวิจัยในด้านข้อมูลทางด้านวิศวกรรมของเตาเผาในอดีตที่ผ่านมา และเพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างเตาเผาขนาดใหญ่ต่อไป

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากเตาเผามูลฝอยยังเป็นเทคโนโลยีที่ยังต้องทำการศึกษาวิจัยกันอีกมาก และในประเทศไทยยังไม่มีข้อมูลทางด้านวิศวกรรมเผยแพร่เท่าที่ควร เพราะการศึกษาทางด้านนี้ค่อนข้างซับซ้อนและยากต่อการทำวิจัยเป็นอย่างยิ่ง

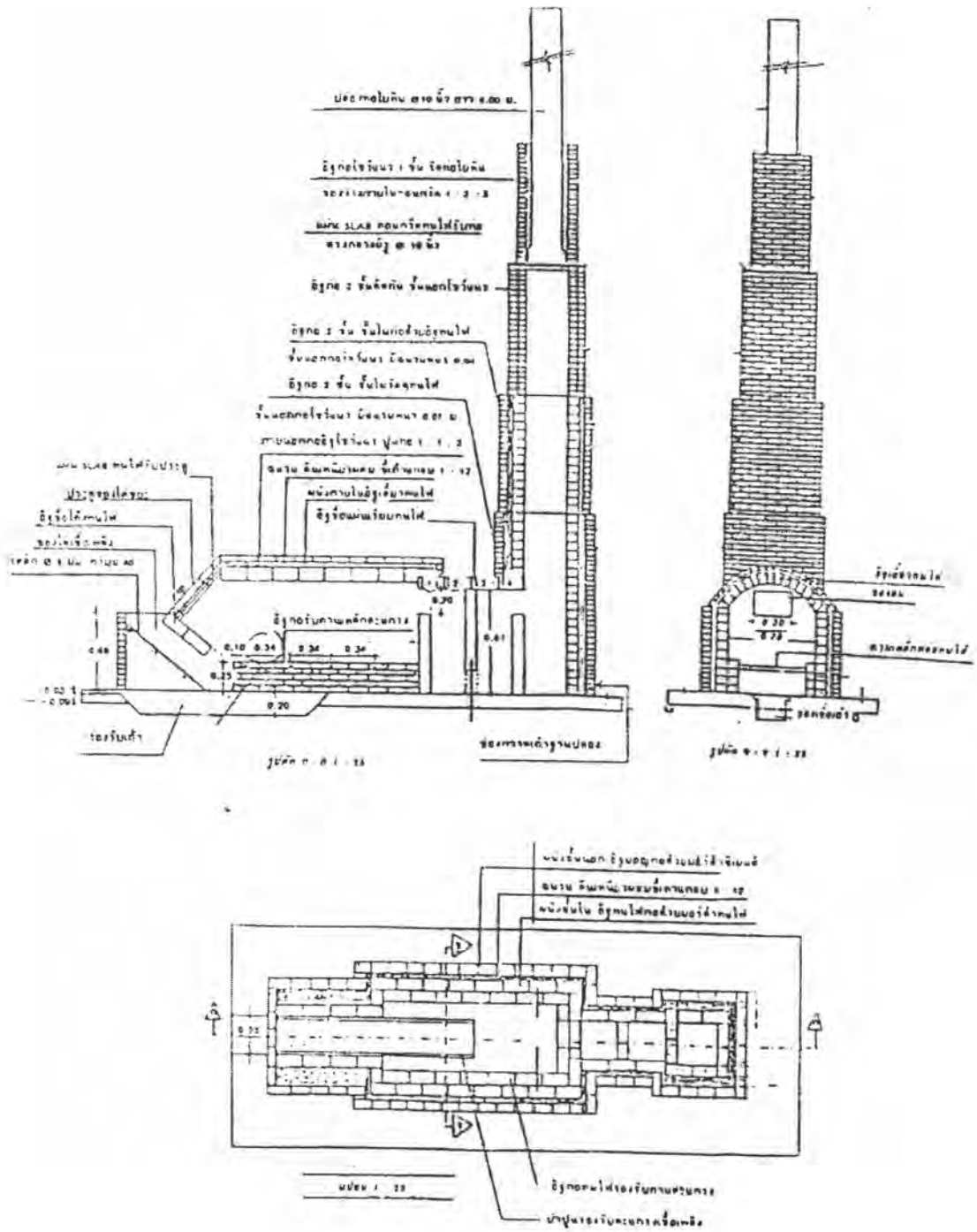
กองสุขาภิบาล กรมอนามัย [3] ได้ออกแบบเตาเผามูลฝอยสำหรับกำจัดมูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาลชุมชนทั่วประเทศ ใช้ชื่อว่า เตา ตข.2 ดังแสดงในรูปที่ 1.2 และในตารางที่ 1.1 โดยทำการออกแบบเป็นแบบห้องเผาไหม้เดี่ยว (single combustion chamber) ใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงเหมาะสำหรับโรงพยาบาลขนาดเล็ก ซึ่งมีรายละเอียดโดยสังเขปดังนี้

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.1 แสดงข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับเตา ตข. 2 ของกองสุขาภิบาล กรมอนามัย

ขนาดความจุห้องเผาไหม้ (m^3)	อุณหภูมิสูงสุดในห้องเผาไหม้ (^oC)	ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง (บาท / m^3)	ค่าก่อสร้างเตาและโรงเรือนคลุม (บาท)
0.5	757.5 - 860.0	65.01	27,000
1.0	797.5 - 927.5	66.79	44,550
1.5	697.5 - 878.5	54.02	51,300

หมายเหตุ : ค่าก่อสร้าง วัสดุ และเชื้อเพลิง เป็นราคาในปี พ.ศ. 2532



รูปที่ 1.2 แสดงรูปเตาเผา ตข. 2 ของกองสุขาภิบาล กรมอนามัย

เนื่องจากมูลฝอยติดเชื้อมีความชื้นสูงจึงทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และเตาเผาชนิดนี้ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมคุณภาพของอากาศ รวมทั้งกลิ่นควันที่ออกจากปล่อง ดังนั้นจึงต้องเลือกที่ตั้งให้เหมาะสม

ความมุ่งหมายของการศึกษาวิจัย

1. เพื่อศึกษาและออกแบบสร้างเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว ที่มีอัตราการป้อนมูลฝอยไม่เกิน 50 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

2. เพื่อศึกษาระบบการทำงานของเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว เพื่อหาตัวแปรที่สำคัญที่มีผลต่อสมรรถนะของเตาเผาโดยมีตัวแปรที่สำคัญที่ทำการศึกษาคือ ปริมาณอากาศ และอัตราการป้อนมูลฝอย

3. เพื่อศึกษาการถ่ายเทความร้อนและวิเคราะห์สมรรถนะของเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว

ขอบเขตของการศึกษาวิจัย

1. ศึกษา ออกแบบ และสร้างเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว ที่มีอัตราการป้อนมูลฝอยไม่เกิน 50 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยทำการป้อนมูลฝอยด้วยแรงงานคน (batch-operated)

2. การศึกษาวิจัยครั้งนี้จะใช้มูลฝอยประเภทใบไม้ และกระดาษ โดยใช้อัตราการป้อนมูลฝอย 25 และ 50 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ

3. ศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังเตา และปริมาณความร้อนของแก๊สไอเสียที่ออกจากปล่องไอเสียกับปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ (%EA)

4. ศึกษาความสัมพันธ์และวิเคราะห์หาส่วนประกอบของแก๊สไอเสีย CO_2 , CO และ O_2 กับปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ (%EA)

5. ศึกษาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ adiabatic flame ทางทฤษฎี และอุณหภูมิของแก๊สจากการเผาไหม้จริงกับปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ (%EA)

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้

1. ทำให้ได้เตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยวที่มีราคาถูก เมื่อเปรียบเทียบกับเตาเผามูลฝอยที่ผลิตจากบริษัทเอกชนทั่วไป หรือเตาเผามูลฝอยที่นำเข้าจากต่างประเทศ

2. ทำให้ทราบถึงปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังเตา และทราบถึงปริมาณความร้อนที่ออกจากปล่องไอเสีย

3. ทำให้ทราบข้อมูลต่าง ๆ ทางวิศวกรรมที่เป็นตัวแปรซึ่งมีผลต่อสมรรถนะของเตาเผามูลฝอย

4. ทำให้ช่วยลดปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นซึ่งกำลังเป็นปัญหาอยู่ในปัจจุบัน

5. เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างเตาเผามูลฝอยขนาดใหญ่ และเป็นแนวทางในการนำพลังงานความร้อนที่ได้ไปใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต

6. เตาเผาชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยวนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาและวิจัยในระบบต่าง ๆ ที่ใกล้เคียงได้อีก

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. มูลฝอย (solid wastes) หมายถึง ใบไม้แห้งและเศษกระดาษ

2. เตาเผามูลฝอย (solid waste incinerator) หมายถึง เตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยวที่ใช้สำหรับเผามูลฝอยให้เป็นแก๊สไอเสีย น้ำ และขี้เถ้า

3. การเผาไหม้ (combustion) หมายถึง ปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วระหว่างออกซิเจนกับมูลฝอยภายในห้องเผาไหม้เป็นไปตามกฎสมดุลย์ทางเคมี พลังงานจลน์ทางเคมี และเทอร์โมไดนามิกส์

4. ปริมาณอากาศเชิงทฤษฎี (theoretical air) หมายถึง ปริมาณอากาศที่น้อยที่สุดที่ทำให้การเผาไหม้มูลฝอยภายในเตาเผาชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยวเป็นไปอย่างสมบูรณ์

5. ปริมาณอากาศส่วนเกิน (excess air) หมายถึง ปริมาณอากาศที่เพิ่มเติมจากปริมาณอากาศเชิงทฤษฎีเพื่อทำให้การเผาไหม้ในเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยวเป็นไปอย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

6. แก๊สไอเสีย (flue gas) หมายถึง แก๊สอุณหภูมิสูงที่เกิดจากการเผาไหม้มูลฝอยภายในเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว

7. อนุภาค (particulate) หมายถึง อนุภาคมวลสารที่เกิดจากการเผามูลฝอยภายในเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว ปล่อยออกสู่บรรยากาศโดยผ่านปล่องไอเสีย ได้แก่ ขี้เถ้าลอย (fly ash) เขม่า และควัน

8. ห้องเผาไหม้ (combustion chamber) หมายถึง อาณาเขตหรือบริเวณที่มีการเผาไหม้ภายในเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว

9. ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาเผามูลฝอย (thermal efficiency) หมายถึง อัตราส่วนของพลังงานความร้อนที่ปล่อยออกจากปล่องไอเสียต่อพลังงานความร้อนที่เกิดจากค่าความร้อนต่ำของมูลฝอย