บทที่ 7

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาและออกแบบเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว ในบทนี้ได้กล่าวถึง สรุปหลักการออกแบบเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป ตามลำดับ

สรุปหลักการออกแบบเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว

การกำจัดมูลฝอยโดยวิธีการเผาในเตาเผาเป็นวิธีการที่ดีและถูกหลักสุขาภิบาลวิธีหนึ่ง หากได้รับการออกแบบและควบคุมการทำงานให้เหมาะสมแล้วจะช่วยให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยวเพื่อให้สามารถเผามูลฝอยได้หลายชนิด ก่อมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด และประหยัดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ให้มากที่สุด ผู้ออกแบบจะต้องมีหลักเกณฑ์และข้อมูลต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบในการพิจารณาต่าง ๆ ดังนี้

1. คุณสมบัติต่าง ๆ ของมูลฝอยที่จะนำมาเผาในเตาเผามูลฝอย เช่น องค์ประกอบทางเคมี ค่าความร้อนสูง ความหนาแน่น และค่าความชื้นที่ประกอบอยู่ในมูลฝอยชนิดนั้น ๆ

2. เงื่อนไขต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการเผาไหม้มูลฝอย ได้แก่

2.1 เวลาที่มูลฝอยต้องการใช้ในการเผาไหม้ (residence time) เพื่อให้เป็นขี้เถ้าหมดและเกิดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์น้อยที่สุดต้องนานเพียงพอ

2.2 อุณหภูมิในการเผาไหม้จะต้องสูงพอเพียงที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างต่อเนื่องและจะต้องสูงกว่าอุณหภูมิจุดติดไฟ (ignition temperature) ของมูลฝอยซึ่งจะมีค่าประมาณ 180 $^{\circ}C$

2.3 การคลุกเคล้ากันระหว่างอากาศกับมูลฝอยต้องอยู่ในลักษณะของ turbulent

3. ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยวด้วยอัตราการป้อนมูลฝอยเท่ากับ 50 kg/h และมูลฝอยที่จะนำมาเผาจะต้องมีความชื้นไม่เกิน 15%

4. ปริมาตรของห้องเผาไหม้สามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ของอัตราการปลดปล่อยพลังงานความร้อนต่อหน่วยปริมาตร ซึ่งเป็นอัตราส่วนของพลังงานความร้อนสุทธิจากการเผามูลฝอยต่อปริมาตรภายในของห้องเผาไหม้ จากความสัมพันธ์นี้สามารถคำนวณหาปริมาตรของห้องเผาไหม้ได้เท่ากับ 1.12 m^3

5. พื้นที่ของตะแกรงภายในห้องเผาไหม้ สามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ของอัตราการปลดปล่อยพลังงานความร้อนต่อหน่วยพื้นที่ ซึ่งเป็นอัตราส่วนของพลังงานความร้อนสุทธิจากการเผามูลฝอยต่อพื้นที่ของตะแกรงภายในห้องเผาไหม้ จากความสัมพันธ์นี้สามารถคำนวณหาขนาดพื้นที่ของตะแกรงภายในห้องเผาไหม้ได้เท่ากับ 0.6 m^2

6. ความสูงของห้องเผาไหม้ สามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนของปริมาตรภายในห้องเผาไหม้ต่อพื้นที่ของตะแกรง ซึ่งจะได้ความสูงของห้องเผาไหม้เท่ากับ 1.75 m

7. ความสูงของปล่องไอเสีย สามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ของ stack draft ความสูงของปล่องไอเสีย และความแตกต่างของอุณหภูมิแก๊สไอเสียกับอุณหภูมิของบรรยากาศ ซึ่งจะได้ความสูงของปล่องไอเสียเท่ากับ 3 m

8. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปล่องไอเสีย สามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ของอัตราการไหลโดยมวลของแก๊สไอเสียซึ่งขึ้นกับความเร็วของแก๊สไอเสียภายในปล่อง ดังนั้นจะได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปล่องไอเสียเท่ากับ 30 cm

9. ขนาดของประตูป้อนมูลฝอยและขนาดของประตูโกยขี้เถ้า สามารถกำหนดขนาดให้เหมาะสมได้ตามอัตราการป้อนของมูลฝอย ซึ่งจะได้ว่าประตูป้อนมูลฝอยมีขนาดเท่ากับ 40 x 30 cm และประตูโกยขี้เถ้ามีขนาดเท่ากับ 25 x 30 cm

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากผลการทดสอบพบว่า ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาเผามูลฝอย ($\eta_{THERMAL}$) เนื่องจากการเผามูลฝอยใบไม้แห้งและมูลฝอยกระดาษมีค่าสูงสุดในช่วง 40%EA ถึง 80%EA โดยที่อัตราการป้อนมูลฝอยเท่ากับ 25 kg/h มูลฝอยใบไม้แห้งมีค่าเท่ากับ 31.16% และมูลฝอยกระดาษมีค่าเท่ากับ 21.05% ส่วนที่อัตราการป้อนมูลฝอยเท่ากับ 50 kg/h มูลฝอยใบไม้แห้งมีค่าเท่ากับ 28.78% และมูลฝอยกระดาษมีค่าเท่ากับ 26.19%

เมื่อพิจารณาถึงพลังงานความร้อนที่ปล่อยออกจากปล่องไอเสีย ($Q_{FLUE\ GAS}$) เนื่องจากการเผามูลฝอยใบไม้แห้งและมูลฝอยกระดาษมีค่าสูงสุดที่อัตราการป้อนมูลฝอยเท่ากับ 25 kg/h มูลฝอยใบไม้แห้งมีค่าเท่ากับ 40.85 kW และมูลฝอยกระดาษมีค่าเท่ากับ 25.18 kW ส่วนที่อัตราการป้อนมูลฝอยเท่ากับ 50 kg/h มูลฝอยใบไม้แห้งมีค่าเท่ากับ 75.48 kW และมูลฝอยกระดาษมีค่าเท่ากับ 50.63 kW และพลังงานความร้อนที่ปล่อยออกจากปล่องไอเสียนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีก เช่นอาจนำความร้อนนี้ไปอุ่นอากาศที่จะใช้เป็นปริมาณอากาศส่วนเกิน หรือนำไปอบมูลฝอยเปียกเพื่อให้ความชื้นในมูลฝอยเปียกลดลงก่อนที่จะป้อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้ เป็นต้น

ในการออกแบบเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว ผู้วิจัยต้องการให้พลังงานความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังด้านต่าง ๆ ของเตาเผามูลฝอย ($Q_{COND\ TOTAL}$) น้อยที่สุด และพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังด้านต่าง ๆ ของเตาเผามูลฝอยนี้ประกอบด้วยพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังด้านข้างทั้ง 4 ด้าน (Q_{COND1}) พลังงานความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังด้านบน (Q_{COND2}) และพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังของปล่องไอเสีย (Q_{COND3}) จากผลการทดสอบพบว่า พลังงานความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังด้านต่าง ๆ ของเตาเผามูลฝอยจะมีค่าสูงสุดที่อัตราการป้อนมูลฝอยเท่ากับ 25 kg/h มูลฝอยใบไม้แห้งมีค่าเท่ากับ 626.82 W และมูลฝอยกระดาษมีค่าเท่ากับ 465.10 W ส่วนที่อัตราการป้อนมูลฝอยเท่ากับ 50 kg/h มูลฝอยใบไม้แห้งมีค่าเท่ากับ 881.16 W และมูลฝอยกระดาษมีค่าเท่ากับ 735.09 W ซึ่งจะเห็นว่ามีค่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานความร้อนที่ปล่อยออกจากปล่องไอเสียซึ่งมีหน่วยเป็น kW และถ้าต้องการจะเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาเผามูลฝอยให้สูงขึ้นอีก ก็สามารถทำได้ด้วยการลดพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังด้านต่าง ๆ ของเตาเผามูลฝอยนี้ให้น้อยลง โดยการหุ้มฉนวนปล่องไอเสียให้หนาขึ้นหรืออาจเปลี่ยนวัสดุที่ทำปล่องไอเสียใหม่จากเหล็กแผ่นม้วนไปเป็นอิฐหรือท่อซิเมนต์ก็ได้ ถึงแม้จะปรับปรุงประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาเผามูลฝอยให้ดีขึ้นได้อีกแต่ก็ควรคำนึงถึงค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ประกอบด้วย

พิจารณาองค์ประกอบของแก๊ส CO_2 O_2 และ CO จากผลการทดสอบพบว่า ที่ 80%EA นั้นการเผาไหม้ของมูลฝอยจะเกิดดีกว่า %EA อื่น ๆ เนื่องจาก CO เป็นแก๊สที่ก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศ (air pollution) มากที่สุด ดังนั้นในที่นี้จะกล่าวเฉพาะ CO เท่านั้น คือ จากการทดสอบที่อัตราการป้อนเท่ากับ 25 kg/h มูลฝอยใบไม้แห้งมีค่าเท่ากับ 1729.17 ppm และมูลฝอยกระดาษมีค่าเท่ากับ 1861 ppm และที่อัตราการป้อนมูลฝอยเท่ากับ 50 kg/h มูลฝอยใบไม้แห้งมีค่าเท่ากับ 2210 ppm และมูลฝอยกระดาษมีค่าเท่ากับ 2455.8 ppm จากข้อกำหนดของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งได้กำหนดไว้ว่า CO ที่เกิดจากการเผาไหม้มูลฝอยในเตาเผามูลฝอยจะต้องมีค่าไม่เกิน 1000 ppm ซึ่งจะเห็นได้ว่า ค่า CO ที่ทดสอบได้จากการเผามูลฝอยใบไม้แห้งและมูลฝอยกระดาษในเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยวนี้มีค่าเกินข้อกำหนด

และเมื่อพิจารณาอุณหภูมิเปลวอะเดียเบติกซึ่งคำนวณทางทฤษฎีที่ 0%EA พบว่า มูลฝอยใบไม้แห้งมีค่าเท่ากับ 1800 °C และมูลฝอยกระดาษมีค่าเท่ากับ 1600 °C และสามารถใช้อุณหภูมิอะเดียเบติกนี้ไปประกอบการตัดสินใจเลือกวัสดุที่จะนำมาสร้างเป็นห้องเผาไหม้ รวมทั้งใช้เป็นข้อมูลช่วยในการพิจารณาเลือกชนิดและพิกัดของเครื่องมือวัดอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ได้ด้วย

อะเดียเบติกนี้ไปประกอบการตัดสินใจเลือกวัสดุที่จะนำมาสร้างเป็นห้องเผาไหม้ รวมทั้งใช้เป็นข้อมูลช่วยในการพิจารณาเลือกชนิดและพิกัดของเครื่องมือวัดอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ได้ด้วย

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

1. ควรปรับปรุงและพัฒนารูปแบบวิธีการป้อนมูลฝอยเข้าสู่ห้องเผาไหม้ให้มีความต่อเนื่องและสะดวกต่อการนำไปใช้งาน

2. ควรมีอุปกรณ์คลุกเคล้ามูลฝอยภายในห้องเผาไหม้ เพื่อกำจัดปัญหาเรื่องการกองทับถมกันของมูลฝอยซึ่งจะทำให้การเผาไหม้ไม่หมด

3. ควรทำการศึกษาการเผามูลฝอยที่มีความชื้นเป็นองค์ประกอบเพิ่มเติม