

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาลักษณะการเผาไหม้ของถ่านหินอัดแท่งทรงกระบอกที่มีหน้าตัดเป็นรูปร่างสี่เหลี่ยม โดยเน้นศึกษาและวิเคราะห์การเผาไหม้และการปล่อยก๊าซมลพิษของการเผาไหม้ของถ่านหินอัดแท่งด้วยเทคนิคการออกแบบการทดลองและวิธีการทางสถิติ พบว่าผลการทดลองที่ได้สามารถสรุปได้ดังนี้

6.1 การวิเคราะห์ผลของอุณหภูมิและปริมาณอากาศที่มีต่อมวลที่เหลืออยู่ และค่าคงที่ของปฏิกิริยาโดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง (Experimental Design)

1. เมื่อพิจารณาผลของอุณหภูมิเริ่มต้นของการเผาไหม้ (x_1) และปริมาณอากาศ (x_2) ที่มีต่อมวลที่เหลืออยู่ (y_1) พบว่า ในสภาพการเผาไหม้ที่มีอากาศจำกัด เมื่ออุณหภูมิเริ่มต้นของการเผาไหม้มีค่าสูงขึ้น มวลของถ่านหินอัดแท่งที่เหลืออยู่มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในสภาพการเผาไหม้ที่มีอากาศเกินพอ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเริ่มต้นของการเผาไหม้มีผลต่อมวลของถ่านหินอัดแท่งที่เหลืออยู่ไม่มากนัก
2. เมื่อพิจารณาผลของอุณหภูมิเริ่มต้นของการเผาไหม้ (x_1) และปริมาณของอากาศ (x_2) ที่มีต่อค่าคงที่ของปฏิกิริยา (k) (y_2) พบว่า ในสภาพการเผาไหม้ที่มีอากาศจำกัด เมื่ออุณหภูมิเริ่มต้นของการเผาไหม้มีค่าสูงขึ้น ค่าคงที่ของปฏิกิริยา (k) มีค่าสูงขึ้นด้วย ซึ่งเป็นไปตามกฎของ Arrhenius แต่การเผาไหม้ในสภาพที่มีปริมาณอากาศเกินพอ เมื่ออุณหภูมิเริ่มต้นของการเผาไหม้มีค่าสูงขึ้น ค่าคงที่

ของปฏิกิริยา (k) มีค่าลดลง ซึ่งไม่เป็นไปตามกฎของ Arrhenius ทั้งนี้ ค่าคงที่ของปฏิกิริยา (k) ในสภาพการเผาไหม้ที่มีอากาศเกินพอมีค่าสูงกว่าสภาพที่มีปริมาณอากาศจำกัดประมาณ 50—80 เท่า

3. เมื่อนำค่า k ที่ได้จากการทดลองในสภาพการเผาไหม้ที่มีอากาศจำกัดไปคำนวณหาผลที่เหลืออยู่ของถ่านหินอัดแท่งที่เวลาและอุณหภูมิต่างๆ พบว่าค่าที่ได้จากการคำนวณมีความใกล้เคียงกับผลการทดลอง

4. เมื่อทำการสร้าง empirical model เพื่ออธิบายผลของการเผาไหม้ (x_1) และปริมาณอากาศ (x_2) ที่มีต่อมวลที่เหลืออยู่ (y_1) และค่าคงที่ของปฏิกิริยา (k) (y_2) พร้อมทั้งทำการวิเคราะห์ empirical model ที่ได้สร้างขึ้นด้วยเทคนิคทางสถิติต่างๆ พบว่ามีเพียง empirical model ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเผาไหม้ (x_1) และปริมาณอากาศ (x_2) กับมวลที่เหลืออยู่ (y_1) ในแบบไม่คิดผลร่วม (interaction effect) ของการเผาไหม้ (x_1) และปริมาณอากาศ (x_2) เท่านั้นที่เป็น model ผ่านการทดสอบ โดย model ที่ได้เป็นดังนี้

$$y_1 = 61.3 - 1.55x_1 - 13.8x_2$$

6.2 การศึกษาลักษณะการเผาไหม้ของถ่านหินอัดแท่งและลักษณะการปล่อยสารมลพิษ

1. เมื่อพิจารณามวลของถ่านหินอัดแท่งที่เหลืออยู่ที่เวลาต่างๆ ทั้งสภาวะที่มีการไหลของอากาศจำกัดและที่มีการไหลของอากาศเกินพอ พบว่า ในสภาวะที่มีปริมาณอากาศเกินพอ การลดลงของมวลมีค่าสูงในช่วงร้อยละ 40 แรกของการเผาไหม้ แต่เมื่อเวลาการเผาไหม้สูงกว่าร้อยละ 40 ของเวลาการเผาไหม้ไปแล้ว มวลของถ่านหินอัดแท่งที่เหลืออยู่หลังการเผาไหม้ค่อยๆ ลดลงในทุกอุณหภูมิ (700, 800, และ 900 องศาเซลเซียส) แสดงว่าอุณหภูมิไม่มีผลมากนัก แต่ในสภาวะที่มีปริมาณอากาศจำกัด มวลของถ่านหินอัดแท่งลดลงอย่างมากในช่วงร้อยละ 20 แรกของเวลาการเผาไหม้

หลังจากนั้น มวลของถ่านหินอัดแท่งค่อยๆ ลดลง ทั้งนี้ การลดลงของมวลของถ่านหินอัดแท่งมีค่า ไม่แตกต่างกันมากนักที่อุณหภูมิการเผาไหม้ที่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับกรณีของกรณีที่มีปริมาณ อากาศจำกัด

2. เมื่อพิจารณามวลของถ่านหินอัดแท่งที่เหลืออยู่จากการเผาไหม้ในสภาพที่มีอากาศจำกัด เปรียบเทียบกับมวลของถ่านหินอัดแท่งที่เหลืออยู่จากการเผาไหม้ในสภาพที่มีอากาศเกินพอ พบว่า มวลของถ่านหินอัดแท่งที่เหลืออยู่ในสภาพการเผาไหม้ที่มีอากาศจำกัดมีค่าสูงกว่าสภาพที่มีอากาศ เกินพอประมาณร้อยละ 25—30

3. เมื่อพิจารณาปริมาณสารระเหยได้ที่เวลาต่างๆ พบว่าในช่วงร้อยละ 20 แรกของเวลาของ การเผาไหม้ทั้งหมด มีปริมาณสารระเหยได้ในสภาวะที่มีปริมาณอากาศจำกัดมีค่าใกล้เคียงกับสภาวะที่ ปริมาณอากาศเกินพอ แต่เมื่อผ่านช่วงร้อยละ 20 แรกของเวลาของการเผาไหม้ทั้งหมดไปแล้ว ปริมาณ สารระเหยได้ในสภาวะที่มีปริมาณอากาศจำกัดมีค่าสูงกว่าสภาวะที่มีปริมาณอากาศเกินพออย่างมี นัยสำคัญ

4. เมื่อพิจารณาปริมาณคาร์บอนคงตัว พบว่าในสภาวะการเผาไหม้ที่มีปริมาณอากาศจำกัด คาร์บอนคงตัวที่เหลืออยู่มีค่าค่อนข้างคงที่ สำหรับสภาวะการเผาไหม้ที่มีปริมาณอากาศเกินพอ ปริมาณคาร์บอนคงตัวมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาผ่านไป และปริมาณคาร์บอนคงตัวลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อผ่าน 40 นาทีแรกของการเผาไหม้ไปแล้ว

5. เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจน (O_2) ที่เวลาต่างๆ พบว่าจุดต่ำสุดเกิดขึ้น ในช่วงร้อยละ 40 แรกของเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเผาไหม้ และพบว่าเมื่ออุณหภูมิยิ่งสูงขึ้น ความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนมีค่าลดลง ซึ่งแสดงว่าเกิดการเผาไหม้มากขึ้น

6. เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่เวลาต่างๆ พบว่า ในช่วงแรกของการเผาไหม้ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าสูงขึ้น แต่หลังจากการเผาไหม้ผ่านไปแล้วประมาณร้อยละ 40 ของเวลาทั้งหมดที่ใช้การเผาไหม้ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิต่างๆ มีค่าลดลงเข้าสู่ค่าคงที่ค่าหนึ่ง ซึ่งแสดงว่าการเผาไหม้ ถ่านหินอัดแท่งสิ้นสุด หรือเกือบสิ้นสุดลงแล้ว

7. เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่เวลาต่างๆ พบว่า ในช่วงแรกของการเผาไหม้ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น การปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีค่ามากขึ้น ทั้งนี้ เนื่องจากการผสมกันของเชื้อเพลิงและอากาศ (O_2) ยังไม่ดีพอ การเผาไหม้จึงเกิดได้ไม่สมบูรณ์ แต่หลังจากผ่านช่วงนี้ไปแล้ว ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการเผาไหม้ทั่วไป

8. เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ที่เวลาต่างๆ พบว่าจุดสูงสุดของการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์เกิดขึ้นในช่วงร้อยละ 20 แรกของการเผาไหม้ และพบว่า ในช่วงนี้ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น การความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนออกไซด์มีค่าสูงขึ้น แต่หลังจากการเผาไหม้ผ่านร้อยละ 20 ของเวลาการเผาไหม้ไปแล้ว ลักษณะการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ที่ อุณหภูมิต่างๆ เริ่มลดลงเข้าสู่ค่าคงที่ค่าหนึ่ง

9. เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ที่เวลาต่างๆ พบว่า ในช่วงร้อยละ 20 แรกของการเผาไหม้ยังมีการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกมาเพียงเล็กน้อย เท่านั้น โดยการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่าสูงสุดในช่วงร้อยละ 20–40 ของเวลาการเผาไหม้ และพบว่าในช่วงนี้ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น การปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากขึ้น แต่หลังจากการเผาไหม้ผ่านไปแล้วประมาณร้อยละ 40 ของเวลาการเผาไหม้ทั้งหมด ลักษณะการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่อุณหภูมิต่างๆ เริ่มลดลงจนเข้าสู่ค่าคงที่ค่าหนึ่ง