



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่องแอตทริชันและแฟรกเมนเทชันของถ่านหินในเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิดไอซ์เบดแบบหมุนเวียน สามารถที่จะสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1 ผลการศึกษาการลดขนาดของถ่านหินในเครื่องปฏิกรณ์แบบกะ

ชนิดของถ่านหินจะส่งผลต่อการลดขนาดมากกว่าผลจากการเพิ่มอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง โดยถ่านหินที่มีค่า HGI มากจะมีการลดขนาดได้มากกว่าถ่านหินที่มีค่าน้อย และเมื่อใช้อุณหภูมิสูงขึ้นก็จะทำให้มีการลดขนาดของถ่านหินเพิ่มขึ้นเช่นกัน ซึ่งการลดขนาดของถ่านหินในช่วงนี้จะเกิดขึ้นจากการระเหยของสารระเหยที่อยู่ภายในอนุภาคของถ่านหิน ทำให้ความดันภายในสูงขึ้นและเกิดการระเบิดเป็นชิ้นเล็กๆ ทำให้อนุภาคมีขนาดเล็กลง

5.2 ผลการศึกษาการลดขนาดของถ่านหินในเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิดไอซ์เบดแบบหมุนเวียน

5.2.1 ผลการแอตทริชันที่อุณหภูมิห้อง

ผลของการชนกันของอนุภาคภายในเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิดไอซ์เบดแบบหมุนเวียนที่อุณหภูมิห้อง พบว่าอนุภาคถ่านหินบางส่วนเกิดการลดขนาดลงเล็กน้อย เนื่องจากผลของการชนกันของอนุภาคและการชนผนังของเครื่องปฏิกรณ์เป็นเวลานานทำให้มีการสึกกร่อนเกิดขึ้นเล็กน้อย ส่งผลให้การกระจายขนาดของอนุภาคถ่านหินก่อนและหลังมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

5.2.2 ผลการแฟรกเมนเทชันขั้นปฐมภูมิ

ผลของการลดขนาดเนื่องจากการแฟรกเมนเทชันขั้นปฐมภูมิภายในเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิดไอซ์เบดแบบหมุนเวียนภายใต้บรรยากาศของแก๊สไนโตรเจน ที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส พบว่าอนุภาคถ่านหินเกิดการแตกเป็นอนุภาคขนาดเล็กมากขึ้น เนื่องจากผลของการเพิ่มขึ้นของความดันภายในอนุภาค ส่งผลให้การกระจายขนาดของถ่านหินเปลี่ยนแปลงไปอย่างเห็นได้ชัดเจนทั้งขนาดเฉลี่ย และรูปแบบการกระจายขนาดของอนุภาคทั้งก่อนและหลังการทดลอง

5.2.3 ผลการแฟรกเมนเทชันชั้นทุติยภูมิ

ผลของการลดขนาดเนื่องจากการแฟรกเมนเทชันชั้นทุติยภูมิภายในเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิด์เบดแบบหมุนเวียนภายใต้บรรยากาศของอากาศ ที่อุณหภูมิ 750 และ 850 องศาเซลเซียส พบว่าอนุภาคถ่านหินเกิดการเผาไหม้จนกระทั่งกลายเป็นเถ้าจนหมดทำให้อนุภาคที่เหลืออยู่ภายในเครื่องปฏิกรณ์เหลือเพียงแค่เบดเพียงอย่างเดียว หลังจากเก็บตัวอย่างออกมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Particle size distribution analyzer จะเห็นได้ว่าการกระจายขนาดของอนุภาคผสมของถ่านหินแต่ละชนิดจะมีการกระจายขนาดแตกต่างกันไปจากเบดเพียงเล็กน้อย โดยที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส จะมีการกระจายขนาดในช่วงประมาณ 100 ไมโครเมตร เพิ่มขึ้นมาอีกเล็กน้อย ซึ่งคาดว่าน่าจะเกิดจากการชนของอนุภาคภายในเครื่องปฏิกรณ์ทำให้อนุภาคบางส่วนมีขนาดเล็กลง แต่อย่างไรก็ตามการกระจายขนาดของอนุภาคก็ไม่ต่างไปจากการกระจายขนาดเนื่องจากผลของแฟรกเมนเทชันชั้นปฐมภูมิ แสดงให้เห็นว่าผลของกระบวนการเผาไหม้ทำให้เชื้อเพลิงที่ใช้เกิดการเผาไหม้ตัวเองกลายเป็นเถ้า ซึ่งส่วนหนึ่งก็จะลอยออกไปทางไซโคลน และบางส่วนยังคงรวมอยู่กับเบดทำให้การกระจายขนาดของอนุภาคเบดเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย

จากผลการทดลองทั้ง 2 ตอน ทำให้เห็นพฤติกรรมหลักที่ส่งผลต่อการลดขนาดของเชื้อเพลิงคือ “แฟรกเมนเทชันชั้นปฐมภูมิ” ซึ่งจะทำให้ขนาดอนุภาคของเชื้อเพลิงเกิดการลดขนาดลงได้มากที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบการลดขนาดเนื่องจากการแฟรกเมนเทชันชั้นปฐมภูมิระหว่างภายในเครื่องปฏิกรณ์แบบกะ กับเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิด์เบดแบบหมุนเวียน พบว่าขนาดเฉลี่ยของถ่านหินแต่ละชนิดภายในเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิด์เบดแบบหมุนเวียนจะลดลงไปมากกว่าเนื่องจากการชนกันของอนุภาคภายในเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิด์เบดแบบหมุนเวียน และระยะเวลาที่ใช้ภายในเครื่องปฏิกรณ์ที่นานกว่า ทำให้อนุภาคมีขนาดเฉลี่ยลดลงไปได้มากกว่า

5.3 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ขนาดของอนุภาค เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์จึงมีความจำเป็นที่ต้องมีความแม่นยำพอสมควร ซึ่งการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคด้วยโปรแกรม Image Pro Plus เป็นการวิเคราะห์ขนาดของอนุภาคจากรูปถ่ายซึ่งมีเพียง 2 มิติ แต่เนื่องจากอนุภาคที่ใช้มีรูปทรงที่ไม่แน่นอนทำให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้อาจมีความคลาดเคลื่อนได้ในกรณีอนุภาคมีรูปร่างไม่เป็นทรงกลม นอกจากนี้การวิเคราะห์ขนาดของอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตรด้วยเครื่อง Particle size distribution analyzer ซึ่งวิเคราะห์ขนาดอนุภาคด้วยการดูดกลืนแสง โดยปกติจะใช้วัดขนาดของอนุภาคเพียง 1 ชนิด ในขณะที่อนุภาคของงานวิจัยนี้เป็นอนุภาคผสมระหว่างถ่านหิน ซึ่งมีสีค่อนข้างดำ กับอนุภาคของทรายซึ่งมีสีเหลือง ซึ่งมีสีที่ค่อนข้างต่างกันทำให้ผลการวิเคราะห์อาจจะส่งผลให้คลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นแนวทางในการหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดเหล่านี้ อาจทำได้โดย

- ควรเลือกเชื้อเพลิงที่มีรูปร่างคล้ายทรงกลมให้มากที่สุด หรือเปลี่ยนวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มิลลิเมตร

ในส่วนของการทดลองในเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิด์เบดแบบหมุนเวียนซึ่งมีขนาดเล็กกว่างานวิจัยที่ทั่วไป เพื่อลดปริมาณถ่านหินให้จ่ายต่อการวิเคราะห์ขนาด ทำให้มีปัญหาคือส่วนของการป้อนเชื้อเพลิงเข้าเครื่องปฏิกรณ์ และอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองที่ค่อนข้างสูงเป็นระยะเวลานาน ทำให้ขดลวดความร้อนที่ติดตั้งทำงานหนักเป็นระยะเวลานานส่งผลให้มีอายุการใช้งานสั้น จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนอุปกรณ์อยู่ตลอดเวลา แนวทางในการแก้ไขอาจทำได้โดย

- สร้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้อนถ่านหินเข้าเครื่องปฏิกรณ์
- ควรใช้ขดลวดความร้อนที่มีความทนทานเพื่อให้ทนต่อการใช้งาน
- ควรหุ้มขดลวดความร้อนด้วยฉนวนให้มิดชิดเพื่อลดปริมาณความร้อนที่สูญเสียไป เพื่อยืดระยะเวลาการใช้งานขดลวดความร้อนให้นานขึ้น
- ในการทดลองในเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิด์เบดแบบหมุนเวียน ควรเก็บตัวอย่างเป็นช่วงเวลา เพื่อจะสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคได้ชัดเจนขึ้น
- เปลี่ยนขนาดของถ่านหินที่ใช้ทดลอง
- ทำการทดลองกับถ่านหินชนิดอื่น ๆ