

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษาทดลองในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการกำจัดก๊าซ CO_2 ในอากาศด้วยสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ได้จากกระบวนการชะละลายจีตะกรันในคอลัมน์บรรจุระดับห้องปฏิบัติการ โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 การศึกษากระบวนการชะละลายแคลเซียมออกจากจีตะกรันในถังปฏิกรณ์แบบกะ และตอนที่ 2 เป็นการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ CO_2 ในคอลัมน์แบบบรรจุ ขนาดต้นแบบ โดยสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังต่อไปนี้

5.1.1 การศึกษาการชะละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกจากจีตะกรันด้วยสารละลายกรดอะซิติกและน้ำปราศจากไอออน

จากการศึกษาการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดอะซิติกและน้ำปราศจากไอออน พบว่าสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ได้จากการชะละลายจีตะกรันด้วยน้ำปราศจากไอออน ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดก๊าซ CO_2 สูงกว่าการใช้สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ได้จากการชะละลายด้วยสารละลายกรดอะซิติก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ได้จากการชะละลายจีตะกรันด้วยน้ำปราศจากไอออน ที่สภาวะในการชะละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์คือ อัตราส่วนของเหลวต่อของแข็ง 10:1 (กรัมต่อกรัม) ที่อุณหภูมิห้อง สำหรับการเตรียมสารดูดซับเพื่อนำไปทำการศึกษากำจัดก๊าซ CO_2 ในขั้นตอนการกำจัดก๊าซ CO_2 ในคอลัมน์บรรจุต่อไป

5.1.2 การศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดก๊าซ CO_2 ด้วยสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ได้จากกระบวนการชะละลายด้วยน้ำปราศจากไอออนในคอลัมน์บรรจุระดับห้องปฏิบัติการ

การศึกษการใช้สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ได้จากการชะละลายจีตะกรันด้วยน้ำปราศจากไอออนมาเป็นสารดูดซับในการกำจัดก๊าซ CO_2 โดยใช้คอลัมน์บรรจุในระดับห้องปฏิบัติการ โดยใช้เทคนิค RSM ในการออกแบบการทดลองแบบ CCD ทั้งหมด 20 การทดลองจากการวิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดก๊าซ CO_2 ด้วยเทคนิคนี้ได้

สมการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สามารถใช้ทำนายประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ CO₂ ที่สภาวะต่างๆในช่วงขอบเขตของการศึกษาได้ สมการ (5-1)

$$y = 72.52 + 54.11x_1 - 164.79x_2 + 0.079x_3 + 0.13x_2x_3 - 8.28 \times 10^{-5}x_3^2 \quad (5-1)$$

เมื่อ y = ประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ CO₂ (ร้อยละ)

x_1 = อัตราการไหลของของเหลว (ลิตรต่อนาที)

x_2 = อัตราการไหลของก๊าซหรืออัตราการไหลอากาศเสีย (ลิตรต่อนาที)

x_3 = ความเข้มข้นของแคลเซียมที่ได้จากการชะละลายจีตะกรัน (มิลลิกรัมต่อลิตร)

และได้สภาวะที่เหมาะสมที่ใช้ในการกำจัดก๊าซ CO₂ ด้วยสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ได้จากกระบวนการชะละลายด้วยน้ำปราศจากไอออน แสดงดังตารางที่ (5-1)

ตารางที่ 5-1 สภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดก๊าซ CO₂ ร้อยละ 15 โดยปริมาตรด้วยสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ได้จากกระบวนการชะละลายด้วยน้ำปราศจากไอออนในคอลัมน์บรรจุระดับห้องปฏิบัติการ

อัตราการไหล ของเหลว (ลิตรต่อนาที) (x_1)	อัตราการไหล ของแก๊ส (ลิตรต่อนาที) (x_2)	L/G ratio	ความเข้มข้น ของแคลเซียม (มิลลิกรัมต่อ ลิตร) (x_3)	ประสิทธิภาพ การกำจัด CO ₂ (ร้อยละ) (y)
0.77	0.25	3.08	725	97.83

จากการทดสอบสภาวะที่เหมาะสมพบว่าประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ CO₂ ที่ได้จากการทดลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้คาดการณ์ไว้ ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าร้อยละ 5 จึงได้บ่งบอกถึงความแม่นยำของแบบจำลองสมการทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองนี้สามารถใช้คำนวณประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ CO₂ ด้วยสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ได้จากกระบวนการชะละลายด้วยน้ำปราศจากไอออนในคอลัมน์บรรจุระดับห้องปฏิบัติการได้

จากการศึกษาการกำจัดก๊าซ CO₂ ด้วยสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ได้จากกระบวนการชะละลายด้วยน้ำปราศจากไฮดรอกไซด์ในคอลัมน์บรรจุระดับห้องปฏิบัติการ สรุปได้ว่า สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้เป็นสารดูดซับมีประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ CO₂ สูงถึงร้อยละ 97.83 ซึ่งเมื่อทำการทดลองเทียบกับเวลาพบว่าเมื่อเวลาในการกำจัดก๊าซ CO₂ เพิ่มขึ้น ค่าประสิทธิภาพในการกำจัดก๊าซ CO₂ ก็มีแนวโน้มค่อยๆ ลดลง ดังนั้นในการนำกระบวนการนี้ไปใช้งานจริงจำเป็นต้องมีการเติมสารละลายใหม่สดเพื่อควบคุมความเข้มข้นแคลเซียมไฮดรอกไซด์และค่าพีเอชให้คงที่ที่สภาวะที่เหมาะสมก็จะสามารถควบคุมประสิทธิภาพของระบบให้คงที่ที่ประสิทธิภาพสูงสุดได้

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

5.2.1 ควรปรับปรุงและศึกษาเพิ่มเติมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการชะละลายจีตะกฐันเพื่อให้ได้ปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมกับการกำจัดก๊าซ CO₂ โดยคำนึงถึงค่าพีเอชของสารละลายและควรมีการศึกษาการเติมสารละลายใหม่สดเพื่อควบคุมความเข้มข้นแคลเซียมไฮดรอกไซด์

5.2.2 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับจลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยาในกระบวนการชะละลายจีตะกฐันและกระบวนการดูดซับก๊าซ CO₂

5.2.3 ควรศึกษาต่อยอดจากผลงานวิจัยนี้เพื่อการประยุกต์ใช้สำหรับการใช้งานจริงในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยการกำจัดก๊าซ CO₂ ที่ปล่อยออกจากปล่องควันของโรงงานอุตสาหกรรมจริง