บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

การทดลองนี้เป็นการกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ออกจากแก๊สที่ลังเคราะห์ได้จากเตาผลิตแก๊สลังเคราะห์ เพื่อให้ได้แก๊สลังเคราะห์ที่มีปริมาณ CO_2 ต่ำ โดยใช้สารละลายโมโนเอธาโนลามีน เป็นตัวดูดซึม (Absorbent) ในหอดูดซึมแบบแพค ความสูง 5.32 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว จากผลการทดลองในช่วงเวลาที่อัตราการผลิตแก๊ส CO_2 เตาผลิตแก๊สลังเคราะห์มีค่าคงที่ หลังจากเริ่มจุดเตาผลิตแก๊สลังเคราะห์จะสามารถผลิตแก๊ส CO_2 ได้โดยเฉลี่ยประมาณ 100 โมลต่อชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 10-15 ของแก๊สที่ออกจากเตาลังเคราะห์ และหอดูดซึมสามารถดูดซึมแก๊ส CO_2 ไว้จนได้แก๊ส CO_2 ที่ทางออกคิดเป็นร้อยละ 0.9-3.5 ของแก๊สที่ออกจากหอดูดซึมอุณหภูมิเฉลี่ยภายในหอดูดซึมเท่ากับ 40-43 องศาเซลเซียส ปัญหาใหญ่ที่พบในการเดินเครื่องคือ การกัดกร่อนของเครื่องมือโดยสารละลาย เอ็มอีเอ ซึ่งแก้ปัญหาโดยการเปลี่ยนชิ้นส่วนต่างๆในระบบให้เป็นเหล็กกล้าไร้สนิม หรือ อะลูมิเนียม ซึ่งทนต่อการกัดกร่อน

ทฤษฎี และ แบบจำลองเกี่ยวกับการถ่ายเทมวลสาร ที่มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นด้วยนั้น ผู้วิจัยส่วนใหญ่ จะทำการทดลองในหอดูดซึมอย่างง่าย เช่น หอแบบลามินาร์เจต (Laminar Jet) , คอลัมน์แบบเวทวอลล์ (Wetted Wall Column) และถังกวน (Stirred Tank) ส่วนหอดูดซึมแบบแพคโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในหอดูดซึมที่มีขนาดใหญ่นั้นมีทำกันน้อย จากการศึกษา ผลการวิจัยที่ผ่านมา สรุปได้ว่า กรณีที่ค่าอัตราส่วนการจับคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbonation Ratio) อยู่ระหว่าง 0 ถึง 0.5 ปฏิกิริยาระหว่าง CO_2 กับ เอ็มอีเอ จะเป็นปฏิกิริยาอันดับสองอย่างเร็ว โดย CO_2 1 โมลทำปฏิกิริยากับเอ็มอีเอ 2 โมล (แอสตาริตา (5)) , คลาร์ค (30) , แดงค์เวอร์ท และ แมคเนล (6), โทมัส (18)) และเมื่อค่าอัตราส่วนการจับ CO_2 มากกว่า 0.5 ปฏิกิริยาจะเป็นอันดับ หนึ่งเทียม (แอสตาริตา และคณะ (5)) ดร.สุธรรม (8) ได้ทำการทดลองในหอดูดซึมแบบแพค โดยใช้สารละลายที่มีค่าอัตราส่วนการจับ CO_2 ก่อน

ดูดซึมแก๊สเท่ากับ 0.12 ถึง 0.22 ผลการทดลองสอดคล้องกับแบบจำลองของปฏิกิริยาอันดับสองแบบผันกลับไม่ได้ ซึ่งใช้สมการค่า E_1 ที่เสนอโดยไบรอันและคณะ (17) และใช้สมการค่า E ที่เสนอโดยดีคูร์เซย์ (9) อิกิตะ (10) ได้ทำการทดลองในคอลัมน์แบบเจต และ แบบเวทวอลล์ โดยทดลองกับสารละลาย 2 ชุด ชุดที่หนึ่งมีค่าอัตราส่วนการจับ CO_2 เท่ากับ 0 ถึง 0.41 พบว่าผลการทดลองสอดคล้องกับการคำนวณซึ่งใช้แบบจำลองของปฏิกิริยาอันดับสองแบบผันกลับไม่ได้ สารละลายชุดที่สองมีค่าอัตราส่วนการจับ CO_2 เท่ากับ 0.52 ถึง 0.72 พบว่าผลการทดลองสอดคล้องกับการคำนวณซึ่งใช้แบบจำลองของปฏิกิริยาอันดับสอง แบบผันกลับได้ ซึ่งเสนอโดยอิกิตะ และ คณะ (34)

ปฏิกิริยาระหว่าง CO_2 กับเอ็มอีเอ เป็นปฏิกิริยาแบบผันกลับได้ ที่มีค่าคงที่สมดุล (K) ขนาดใหญ่ โดยมีขนาดประมาณ 10^4-10^5 ลิตร/โมล(24)

(3.18) $$CO_2 + 2RNH_2 \overset{K}{\rightleftharpoons} RNHCOO^- + RNH^+_3$$

ดังนั้นในช่วงที่ค่าอัตราส่วนการจับ CO_2 มีค่าน้อย ค่าความเข้มข้นของ CO_2 ในเนื้อของเหลว (C_{A_b}) จะมีความสำคัญน้อย ปฏิกิริยาจะดำเนินไปข้างหน้าเป็นส่วนใหญ่ เมื่อค่าอัตราส่วนการจับ CO_2 มีค่ามากขึ้น ค่า C_{A_b} จะมีความสำคัญมากขึ้น จำเป็นต้องคำนึงถึงปฏิกิริยาย้อนกลับด้วย ซึ่งอิกิตะเสนอว่าควรจะคิดว่าเป็นปฏิกิริยาผันกลับได้ เมื่อค่าอัตราส่วนการจับ CO_2 มากกว่า 0.5 สำหรับในงานวิจัยนี้ สารละลายเอ็มอีเอที่ใช้มีค่าอัตราส่วนการจับคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 0.375 ถึง 0.411 ปรากฏว่าผลการคำนวณ โดยใช้แบบจำลองของ ปฏิกิริยาอันดับสองแบบผันกลับได้ สอดคล้องกับผลการทดลองมากกว่าแบบจำลองของปฏิกิริยาอันดับสองแบบผันกลับไม่ได้ ซึ่งสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปฏิกิริยาย้อนกลับมีความสำคัญมากขึ้น คือ อุณหภูมิเฉลี่ยภายในหอดูดซึมเท่ากับ 40-43 องศาเซลเซียส ซึ่งค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับงานวิจัยผู้อื่น อุณหภูมิที่สูงจะช่วยให้ปฏิกิริยา (3.1.8) ย้อนกลับได้ดีขึ้น เนื่องจากปฏิกิริยาไปข้างหน้าเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน

สรุปว่าในหอดูดซึมแบบแพค ซึ่งมีขนาดใหญ่ และมีการกัดกร่อนต่ำเช่นหอดูดซึมที่ใช้ในอุตสาหกรรม เมื่อใช้สารละลาย เอ็มอีเอ ที่มีค่าอัตราส่วนการจับ CO_2 ต่ำกว่า 0.52 ก็ควรใช้แบบจำลองของปฏิกิริยาอันดับสองแบบผันกลับได้ในการคำนวณ เพื่อจะได้ผลการคำนวณที่ใกล้เคียงกับผลการทดลอง