หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การวิจารณ์และวิเคราะห์ผลการทดลอง

5.1 อิทธิพลของผลคูณของความถี่และระยะทางการเคลื่อนที่ของลูกสูบของระบบพัลส์ (af)

จากรูปที่ 4.1-4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวม, K_GA และผลคูณของความถี่และระยะทางการเคลื่อนที่ของลูกสูบของระบบพัลส์, af พบว่า ในตอนแรกค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อผลคูณของความถี่และระยะทางการเคลื่อนที่ของลูกสูบเพิ่มขึ้น จนมีค่าสูงสุดที่ผลคูณของความถี่และระยะทางการเคลื่อนที่ของลูกสูบเท่ากับ 0.80 ซม./วินาที นั่นคือเมื่อผลคูณของความถี่และระยะทางการเคลื่อนที่ของลูกสูบเพิ่มขึ้นจะทำให้มีความปั่นป่วนและการผสมกันของก๊าซและของเหลวเพิ่มขึ้น เพราะพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างก๊าซและของเหลวต่อหน่วยปริมาตรของของผสมเพิ่มขึ้น นอกจากนี้เมื่อผลคูณของความถี่และระยะทางการเคลื่อนที่ของลูกสูบเพิ่มขึ้นจะเกิดแรงพยุงตัว (bouyancy force) ของฟองก๊าซเพิ่มขึ้น ทำให้ residence time ของฟองก๊าซเพิ่มขึ้น โอกาสที่ก๊าซจะแพร่ไปในของเหลวมีมากขึ้น อัตราการแพร่ของก๊าซไปในของเหลวจึงเพิ่มขึ้น อีกส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการเกิด cyclic bubble migration หรือ resonance effect ขึ้นในคอลัมน์ (26) มักเกิดที่ความถี่ต่ำ (27) ทำให้ของเหลวเกิดความปั่นป่วนเพิ่มขึ้น พื้นที่ผิวสัมผัสของของเหลวต่อหน่วยปริมาตรของของผสมเพิ่มขึ้น อัตราการถ่ายเทมวลสารระหว่างก๊าซและของเหลวจึงเพิ่มขึ้น ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวมเพิ่มขึ้น แต่เมื่อผลคูณของความถี่ และระยะทางการเคลื่อนที่ของลูกสูบเพิ่มขึ้น คือ ที่ af มากกว่า 0.80 ซม./วินาที พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวมลดลง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า เมื่อความถี่ของระบบพัลส์ (เมื่อระยะทางการเคลื่อนที่ของลูกสูบคงที่) เพิ่มขึ้น residence time ของฟองก๊าซจะลดลงมากกว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างก๊าซและของเหลวต่อหน่วยปริมาตรของของผสม ทำให้อัตราการถ่ายเทมวลสารระหว่างก๊าซและของเหลวลดลง ดังนั้น ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลจึงรวมลดลง

ผลการทดลองจะมีแนวโน้มคล้ายกับการทดลองของ Tudose (5) ซึ่งทำการทดลองการดูดซึมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ พบว่าสัมประสิทธิ์รวมของดูดซึม, เพิ่มขึ้น ตามความถี่ของ pulsation ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงค่าสูงสุด จากนั้นจะลดลงเมื่อความถี่ของ pulsation เพิ่มขึ้น จนถึงค่าต่ำสุด

จากรูปที่ 4.5-4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละประสิทธิภาพการดูดซึม และผลคูณของความถี่และระยะทางการเคลื่อนที่ของลูกสูบของระบบพัลส์ พบว่ามีแนวโน้มเหมือนกับค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวม, K_GA นั่นคือ ในช่วงที่ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวมเพิ่มขึ้น ร้อยละประสิทธิภาพการดูดซึมจะเพิ่มขึ้น เพราะอัตราการถ่ายเทมวลสารระหว่างก๊าซและของเหลว (อัตราการดูดซึม) เพิ่มขึ้น และในช่วงที่ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวมลดลง ประสิทธิภาพการดูดซึมก็จะลดลง เพราะอัตราการดูดซึมลดลง

5.2 อิทธิพลของอัตราการไหลของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Q_L)

รูปที่ 4.9-4.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวม, K_GA และอัตราการไหลของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์, Q_L พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวมเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราการไหลของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้น นั่นคือ เมื่ออัตราการไหลของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้น แผ่นฟิล์มบาง ๆ ที่ล้อมรอบฟองก๊าซจะมีความหนาน้อยลง ความต้านทานต่อการถ่ายเทมวลจะลดลง นอกจากนั้นเมื่ออัตราการไหลของสารละลายเพิ่มขึ้นยังทำให้มีความปั่นป่วนเพิ่มขึ้นด้วย ทำให้พื้นที่ผิวสัมผัสของของเหลวต่อหน่วยปริมาตรของของผสมเพิ่มขึ้น นอกจากนี้เมื่ออัตราการไหลของสารละลายเพิ่มขึ้น residence time ของฟองก๊าซจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากความเร็วของฟองก๊าซลดลงโอกาสที่ก๊าซจะแพร่ไปในของเหลวมีมากขึ้น อัตราการแพร่ของก๊าซไปในของเหลวเพิ่มขึ้น อัตราการถ่ายเทมวลสารระหว่างก๊าซและของเหลวจึงเพิ่มขึ้น ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวมเพิ่มขึ้น

ซึ่งผลการทดลองจะมีแนวโน้มคล้ายกับการทดลองของ Tepe และ Dodge (10); Spector และ Dodge (11) และ Blum, Stutzman และ Dodds (13) นั่นคือค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวม, K_GA เพิ่มขึ้น เมื่ออัตราการไหลของของเหลวเพิ่มขึ้น

รูปที่ 4.13-4.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละประสิทธิภาพการดูดซึม และอัตราการไหลของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่าค่าร้อยละประสิทธิภาพการดูดซึมเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราการไหลของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้น นั่นคือ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวมเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราการไหลของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้น อัตราการดูดซึมจะเพิ่มขึ้นจึงทำให้ประสิทธิภาพการดูดซึมเพิ่มขึ้นด้วย

5.3 อิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

จากรูปที่ 4.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวม, K_GA และความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์, [NaOH] พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวมเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้น นั่นคือ เมื่อความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้น ปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อหนึ่งหน่วยเวลา ที่เข้าทำปฏิกิริยาเคมีกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้น ผลต่างของความเข้มข้นของ $\overline{OH}$ ที่ฟิล์มของเหลวใกล้กับผิวสัมผัส ระหว่างก๊าซและของเหลวกับความเข้มข้นของ $\overline{OH}$ ในสารละลายเพิ่มขึ้น อัตราการแพร่ของ $\overline{OH}$ มายังบริเวณใกล้ผิวสัมผัสเพื่อทำปฏิกิริยาเคมีกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงเพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการถ่ายเทมวลสารระหว่างก๊าซและของเหลวเพิ่มขึ้น ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวมเพิ่มขึ้น

ซึ่งผลการทดลองนี้มีแนวโน้มคล้ายกับการทดลองของ Tepe และ Dodge (10); Blum, Stutzman และ Dodds (13) และ Wozniak และ Ostergaard (16) นั่นคือค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวม, K_GA เพิ่มขึ้น ตามความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และมีอัตราการเพิ่มขึ้นน้อยลงเมื่อความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์สูงขึ้นมาก (1.51-2N) แต่ในการทดลองนี้ทำการแปรค่าความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในช่วงที่แคบคือ 0.1-0.2N

จากรูปที่ 4.18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละประสิทธิภาพการดูดซึม และความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้น ร้อยละประสิทธิภาพการดูดซึมจะเพิ่มขึ้น นั่นคือค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวมเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้น อัตราการดูดซึมจะเพิ่มขึ้นทำให้ประสิทธิภาพการดูดซึมเพิ่มขึ้นด้วย

5.4 อิทธิพลของความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซผสมที่เข้าคอลัมน์ โดยคิดเป็นสัดส่วนโมล (y)

จากรูปที่ 4.19-4.22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวม, K_GA และสัดส่วนโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซผสมที่เข้าคอลัมน์, y พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวมเพิ่มขึ้น เมื่อสัดส่วนโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซผสมที่เข้าคอลัมน์

เพิ่มขึ้น นั่นคือ เมื่อสัดส่วนโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซผสมที่เข้าคอลัมน์เพิ่มขึ้นปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เข้าทำปฏิกิริยาเคมีกับโซเดียมไฮดรอกไซด์จะเพิ่มขึ้น ค่า driving force ($y - y^*$) เพิ่มขึ้น ดังนั้นอัตราการแพร่ของก๊าซไปในของเหลวจึงเพิ่มขึ้น และ เมื่อสัดส่วนโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซผสมเพิ่มขึ้น ความเร็วของก๊าซเพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดการไหลเวียนของฟองก๊าซและความปั่นป่วนเพิ่มขึ้น พื้นที่ผิวสัมผัสของของเหลวต่อหน่วยปริมาตรของของผสมจะเพิ่มขึ้น อัตราการถ่ายเทมวลสารระหว่างก๊าซและของเหลวจึงเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวมเพิ่มขึ้น

จากรูปที่ 4.23-4.26 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละประสิทธิภาพการดูดซึมและสัดส่วนโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซผสมที่เข้าคอลัมน์ พบว่าค่าร้อยละประสิทธิภาพการดูดซึมเพิ่มขึ้นเมื่อสัดส่วนโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซผสมที่เข้าคอลัมน์เพิ่มขึ้น นั่นคือ เมื่อสัดส่วนโมลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซผสมที่เข้าคอลัมน์เพิ่มขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลรวมจะเพิ่มขึ้น อัตราการดูดซึมเพิ่มขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพการดูดซึมเพิ่มขึ้นด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย