

บทที่ 1



บทนำ

ขบวนการสกัดของเหลวด้วยของเหลว เป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในการสกัดแยกธาตุต่าง ๆ จากสารละลาย ปัจจุบันนี้ขบวนการสกัดของเหลวนี้ใช้กันในอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย เครื่องมือที่ใช้ในการสกัดของเหลวด้วยของเหลวมีอยู่หลายแบบ แบบที่เป็นคอลัมน์ (Column) แบ่งได้เป็น 2 ประเภท (1,2) คือ

1. ประเภทไม่ใช้พลังงานกลภายนอกเข้าช่วย เช่นคอลัมน์แบบสเปรย์ (Spray Column) คอลัมน์แบบแพค (Packed Column) และคอลัมน์แบบซีฟเทรย์ (Sieve-tray Column).
2. ประเภทใช้พลังงานกลภายนอกเข้าช่วย เช่น การกวน (agitation) ซึ่งได้แก่คอลัมน์แบบถังกวนกลางหมุน (RDC หรือ Rotating-Disk Contactors) และการเขย่า (pulsation) ซึ่งได้แก่คอลัมน์แบบพัลส์แพค (Pulsed Packed) หรือพัลส์ซีฟเทรย์ (Pulsed Sieve-tray)

การสกัดของเหลวด้วยของเหลวในคอลัมน์เป็นขบวนการแยกมวลสารซึ่งประกอบด้วยของเหลวสองชนิดที่ไม่ละลายซึ่งกันและกัน (3) ส่วนใหญ่จะนิยมให้ของเหลวทั้งสองไหลสวนทางกัน โดยใช้คอลัมน์เป็นอุปกรณ์ถ่ายเทมวลสาร และโดยที่ของเหลวที่หนักจะเข้าจากข้างบนและไหลลงมา ขณะที่ของเหลวที่เบากว่า เข้าจากส่วนล่างและไหลขึ้นส่วนทางกัน ส่วนเครื่องสกัดแบบอื่น ๆ ที่ไม่ใช่คอลัมน์จะมีแนวการไหลผ่านของเฟส (phase) ทั้งสองที่แตกต่างกันไป

การออกแบบคอลัมน์สกัดทั่วไปได้เคยอาศัยสมมุติฐานว่า การไหลเป็นแบบสวนทางกัน (countercurrent) ต้องมีการไหลแบบทรงกระบอก (plug flow) ในแต่ละเฟส แต่ในทางปฏิบัติพบว่ามีการปรากฏการณ์ใหม่เกิดขึ้นที่เรียกว่า การผสมย้อนกลับ (back mixing) เข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งทำให้ความแตกต่างในความเข้มข้นของมวลสารตรงผิวระหว่างสองเฟสลดลง ทำให้ประสิทธิภาพในการถ่ายเทมวลสารลดลง เมื่อเปรียบกับสมมุติฐานที่ว่า เฟสทั้งสองไหลแบบทรงกระบอก (ดังรูปที่ 1) นอกจากนี้ยังทำให้ค่าความสูงของหน่วยส่งผ่าน (HTU) เพิ่มขึ้น ดังนั้นถ้าไม่ได้คำนึงถึงการไหลย้อนกลับในการออกแบบ ความสูงของคอลัมน์ที่คำนวณได้จะต่ำกว่าที่ควรจะเป็น

คอสม์แบบสเปร์ย เป็นเครื่องสกัดที่มีลักษณะเป็นท่อยาวว่างเปล่าธรรมดาที่มีของเหลวสองเฟสไหลสวนทางกัน โดยเฟสกระจายถูกฉีดกระจายผ่านของเหลวตัวที่ล่องที่เรียกว่าเฟสหลัก โดยที่หยดอาจจะไหลผ่านขึ้นหรือไหลผ่านลง แล้วแต่ความหนาแน่นของเฟสกระจายเมื่อเปรียบเทียบกับเฟสหลัก ส่วนคุณสมบัติของคอสม์แบบสเปร์ยเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องอื่น ได้แก่ ราคาที่ไม่แพง มีความจุสูงแต่ข้อเสียสำคัญได้แก่ประสิทธิภาพของคอสม์ในการถ่ายเทมวลสารที่ไม่สูง แต่ในปัจจุบันนี้เครื่องสกัดของเหลวแบบสเปร์ยคอสม์กำลังจะได้รับความนิยมอีกครั้ง เนื่องด้วยเหตุผลในเรื่องการลงทุนต่ำ และการซ่อมบำรุงดูแลรักษาง่าย (4)

ในอดีตที่ผ่านมาการคำนวณความสูงของคอสม์ ได้อาศัยแบบจำลองคณิตศาสตร์ต่าง ๆ แต่ที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันนี้คือ แบบจำลองตีฟวีน (5,6,7) ซึ่งสามารถคำนวณความเข้มข้นของมวลสารในเฟสทั้งสอง ตลอดความสูงของคอสม์ โดยจะต้องทราบค่าของพารามิเตอร์ (parameter) จำนวนสามตัว และค่าความเข้มข้นของมวลสารในทางเข้าพร้อมทั้งอัตราการไหลของเฟสทั้งสอง ในพารามิเตอร์ทั้งสามของแบบจำลองนี้มีพารามิเตอร์ที่อธิบายถึงความเร็วในการถ่ายเทมวลสาร เรียกว่าจำนวนหน่วยส่งผ่าน (NTU) ส่วนอีกสองพารามิเตอร์เรียกว่าเบอร์เพเคลตสำหรับเฟสหลัก และเบอร์เพเคลตสำหรับเฟสกระจาย ซึ่งพารามิเตอร์เหล่านี้แสดงถึงความรุนแรงของการผสมย้อนกลับในแต่ละเฟส โดยที่เบอร์เพเคลตยิ่งต่ำเท่าไร การผสมย้อนกลับก็ยิ่งรุนแรงเท่านั้น ดังนั้นโดยอาศัยแบบจำลองตีฟวีนนี้สามารถเห็นได้อย่างชัดเจนว่าการถ่ายเทมวลสารจะเกิดขึ้นอย่างไร แต่มีข้อจำกัดตามมาก็คือ แบบจำลองดังกล่าวมีสมมุติฐานเป็นอย่างไร และสมมุติฐานเหล่านี้จะสอดคล้องกับ เครื่องสกัดของเหลวแบบคอสม์ชนิดใดบ้าง และไม่สอดคล้องกับ เครื่องสกัดชนิดใดบ้าง

แนวความคิดในการออกแบบและกำหนดความสูงของคอสม์เพื่อใช้กับขบวนการหนึ่งสามารถทำได้ดังนี้ คือหาค่าของพารามิเตอร์ทั้งสามของแบบจำลองตีฟวีน โดยทำการทดลองหามาจากคอสม์ขนาดเล็ก แล้วตัดแปลงหน่วยความยาวที่อยู่ภายในพารามิเตอร์ทั้งสาม และใส่เข้าไปในแบบจำลองตีฟวีนเพื่อได้มาซึ่งความเข้มข้นของมวลสารตลอดแนวความยาวของคอสม์ใหม่ ดังนั้นโดยวิธีนี้จะสามารถคำนวณความสูงของคอสม์ใหญ่ได้ (8)

การวัดพารามิเตอร์ทั้งสามโดยอาศัยคอสม์ขนาดห้องปฏิบัติการที่เหมาะสมที่สุดได้แก่ การวัดเบอร์เพเคลตโดยอาศัยการวิเคราะห์เชิงตรูเซอร์ (Tracer Analysis) (4) ส่วนวิธีการหาจำนวนหน่วยส่งผ่าน ได้แก่การวัดความเข้มข้นของมวลสารตลอดความยาวของคอสม์ (8)

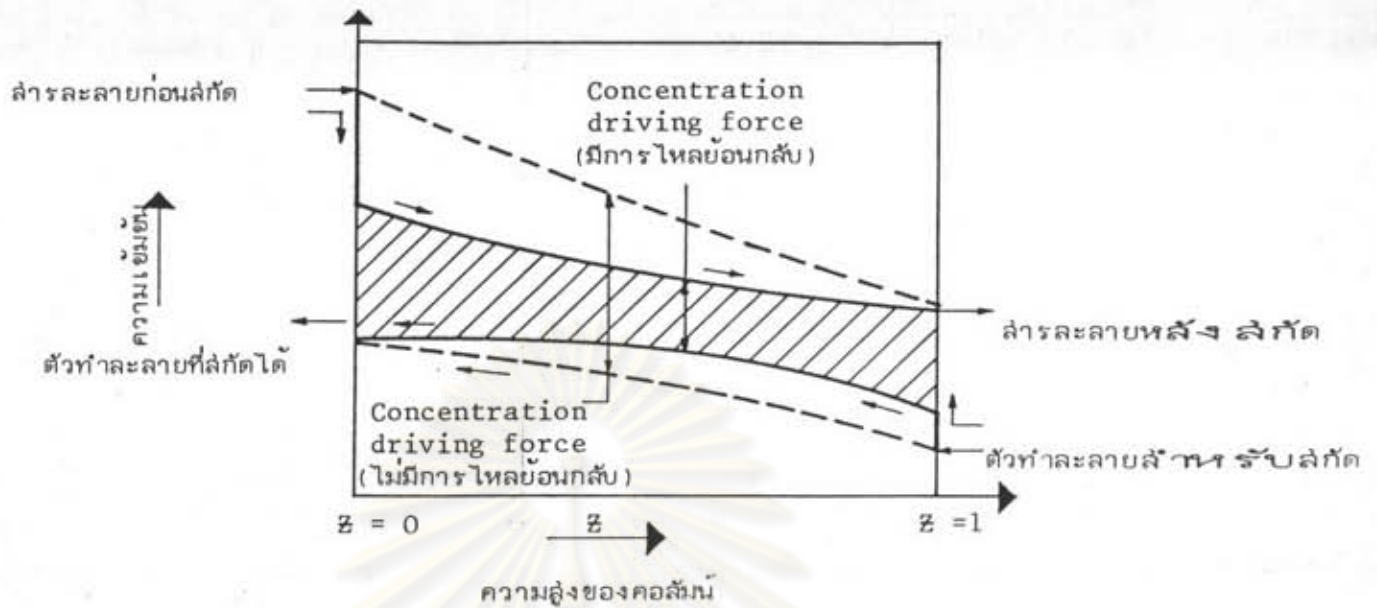
แล้วทำการเปรียบเทียบกับเส้นความเข้มข้นที่ได้จากทฤษฎีของแบบจำลองตีฟวอห์น ซึ่งเป็นวิธีที่เรียกว่าออปติไมเซชัน ( Optimization ) จริงอยู่จากการใช้วิธีออปติไมเซชันสามารถคำนวณหาพารามิเตอร์ทั้งสามได้ แต่ในทางปฏิบัติความละเอียดในการหา เบอร์เพเคลตโดยวิธีนี้ไม่ดี งานวิจัยนี้จึงมุ่งที่จะคำนวณจำนวนหน่วยส่งผ่านแต่อย่าง เดียวจากเส้นความเข้มข้นของมวลสาร โดย เบอร์เพเคลตจะหามาจากเอกสารต่าง ๆ

#### วัตถุประสงค์ของงานวิจัยได้ตั้งไว้ดังนี้

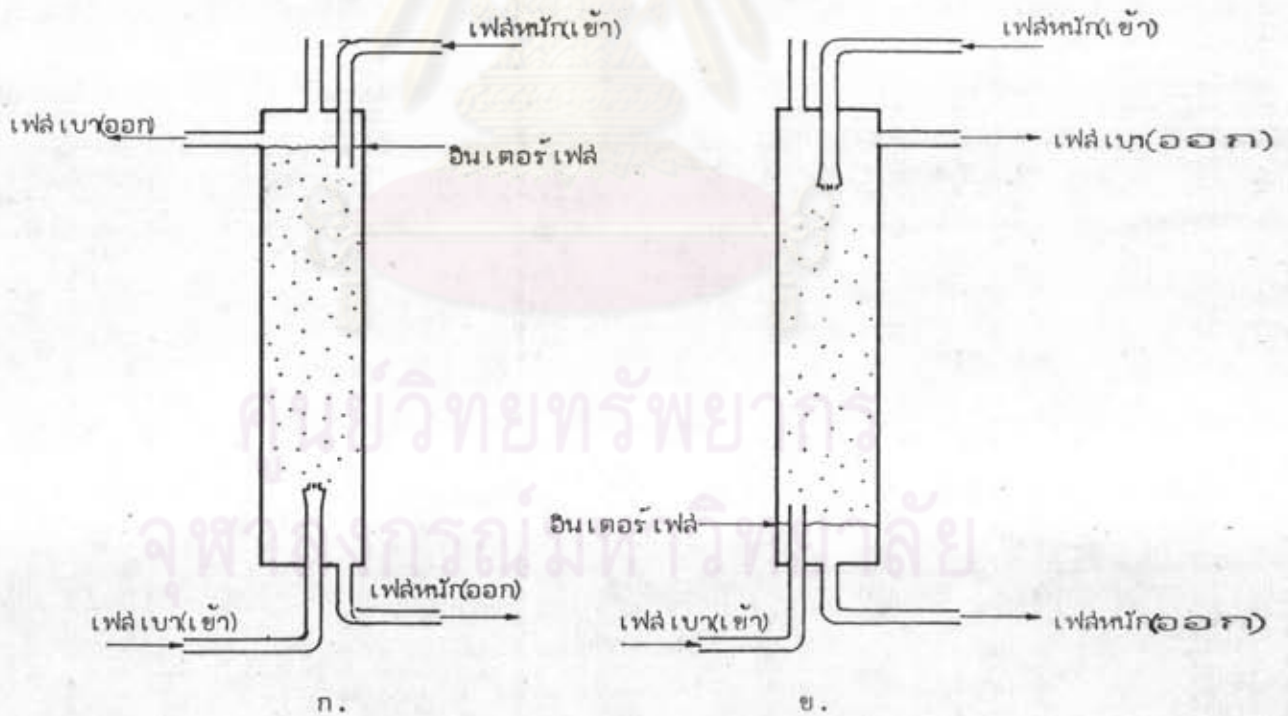
1. ศึกษาการใช้แบบจำลองตีฟวอห์น ในการหาค่าจำนวนหน่วยส่งผ่าน ( NTU ) โดยทำการออปติไมส์เส้นความเข้มข้นตลอดความยาวของคอลัมน์ โดยอาศัยค่าของ เบอร์เพเคลตที่หาได้จากเอกสารต่าง ๆ
2. ศึกษาว่า การหาค่าจำนวนหน่วยส่งผ่าน ( NTU ) จากความเข้มข้นล่องระดับตรงทางเข้าและออกของเฟสทั้งสอง จะได้ค่าใกล้เคียงกับค่า NTU ซึ่งได้จากการใช้ค่าความเข้มข้น ตลอดความยาวของคอลัมน์หรือไม่

#### ในส่วนของขอบเขตของงานวิจัย สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาเส้นอีควิวลิเบรียม สำหรับระบบน้ำ - ไอโอดีน - น้ำมันก๊าด โดยมีโปตัสเซียมไอโอดด์ ( Potassium Iodide ) ละลายอยู่ในน้ำ 810 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเส้นอีควิวลิเบรียมที่ได้เป็นเส้นโค้ง
2. พัฒนา แนววิธีในการคำนวณ กรณีที่เส้นอีควิวลิเบรียมเป็นเส้นโค้ง เพื่อคำนวณหาแนวความเข้มข้นของไอโอดีนในน้ำ และน้ำมันก๊าดตลอดความยาวของคอลัมน์
3. เปรียบเทียบค่า จำนวนหน่วยส่งผ่าน ( NTU ) ที่คำนวณได้ โดยวิธีการออปติไมส์ กรณีเส้นอีควิวลิเบรียมเป็นเส้นโค้ง กับค่า NTU ที่คำนวณได้โดยวิธีของ Mecklenburgh และ Hartland (16) กรณีเส้นอีควิวลิเบรียมเป็นเส้นตรง



รูปที่ 1 ผลของการไหลย้อนกลับต่อแนวความเข้มข้นของเฟสทั้งสองในคอลัมน์สกัดของเหลวด้วยของเหลวแบบไหลสวนทางกัน



รูปที่ 2 แบบแผนการทำงานของคอลัมน์แบบสเปร์รี่

- ก. เฟสเบาอยู่ในรูปหยด
- ข. เฟสหนักอยู่ในรูปหยด